C. G. NIJSEN

GELUID OP BAND

Een volledig handboek over de magnetische recording en zijn vele mogelijkheden

kader REEKS

KLUWER – DEVENTER

Gescand en gerestaureerd door Jos Verstraten - 2025

GELUID OP BAND

kader REEKS

GELUID OP BAND

Een volledig handboek over de magnetische recording en zijn vele mogelijkheden

C. G. NIJSEN

4e druk

kader REEKS

KLUWER — DEVENTER

Dit boek bevat 144 pagina's, 59 figuren en 30 pagina's foto's op kunstdrukpapier,
waarvan 1 uitslagblad.
U.D.C. nr. 681.84

© N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, 1969
Nadruk, ook gedeeltelijk, verboden

1e druk 1963
2e druk 1964
3e druk 1968
4e druk 1969

Geen garantie wordt gegeven dat de in dit boek vervatte informatie vrij loopt van octrooirechten; door deze publicatie wordt geen enkele licentie onder eventueel bestaande octrooien verleend

Gedrukt in Nederland

WOORD VOORAF

Dit boek is gewijd aan de Tape Recorder — dat wonderlijke toestel, waarvoor de grondslagen reeds rond de eeuwwisseling bekend werden, maar dat sluimerend bleef in de laboratoria tot het, nog pas vijftien jaar geleden, een ware zegetocht over de wereld begon. Zeker, een wonderlijk apparaat en een technisch wonder tegelijk! Nog steeds kan men het toch als een magisch feit beschouwen, dat spraak, muziek en elk willekeurig ander geluid door een simpele druk op de knop kunnen worden vastgelegd en op ieder moment — zelfs onmiddellijk na de opname — kunnen worden gereproduceerd.

Het meest verbazingwekkende aspect van de magnetische recorder ligt wel in het onmiddellijk beschikbaar zijn van de „geluidsafdruk". In vergelijking met fotografie en film is het medium hier duidelijk in het voordeel. Een geluidsopname kan echter niet alleen direct worden beluisterd — hij kan desgewenst ook onmiddellijk ongedaan worden gemaakt, zodat het materiaal beschikbaar komt voor nieuwe opnamen. En voor degeen die de band met zijn waardevolle inhoud in een geluidsbibliotheek wil bewaren, geldt, dat elke opname een schier onbeperkt aantal malen kan worden afgespeeld, zonder dat de kwaliteit daaronder lijdt.

De vergelijking met fotografie en smalfilmamateurisme dringt zich onweerstaanbaar op, nu steeds meer blijkt hoe de tape recorder en de „jacht op geluid" voor velen een fascinerende hobby aan het worden is. Niet alleen geldt dit voor de amateur, die gewapend met microfoon en batterijapparaat naar buiten trekt voor het opnemen van interviews, typerende stadsgeluiden of de zang van vogels in de vrije natuur. Het is evenzeer van toepassing op de tallozen die muziek, radioprogramma's, hoorspelen, lezingen, vreemde talen, familiegebeurtenissen en al datgene dat dagelijks in de wereld van het geluid te vinden is, bewust waarnemen en er een keuze uit maken voor een boeiende collectie van geluidsbanden, die met de jaren meer waarde krijgt.

Nu door de snelle vooruitgang van de techniek de tape recorder in luttele jaren tijds binnen het bereik is gekomen van eenieder die reeds vertrouwd was met media als fotografie, radio, grammofoon en televisie, heeft men ontdekt, dat het apparaat voor lering en ontspanning een oneindige variëteit van mogelijkheden biedt. Het vereist slechts een zekere mate van activiteit en vooral van fantasie om deze mogelijkheden te onderkennen, vooraleer de tape recorder overal zijn vaste plaats zal hebben gevonden.

Musici, acteurs, leraren, zakenlieden, sprekers, journalisten en vele anderen in de beroepssfeer maken dagelijks gebruik van magnetische registratie van geluid. Voor hen is de recorder even onmisbaar geworden als voor de technicus in de radiostudio. Ook zijn er bandopname-apparaten ingebouwd in kunstmanen en dienen zij op vliegvelden voor het vastleggen van alle radiocommunicaties tussen de controletoren en de vliegtuigen in de lucht. In de medische wetenschap, voor het opnemen van dictaten, voor het vastleggen van kerkdiensten voor zieken, bij het corrigeren van spraakgebreken — overal, waar het tijdelijk of permanent vasthouden van geluiden noodzakelijk of nuttig is, verricht de recorder zijn diensten. Van zeer groot belang is zijn toepassing als leermiddel bij het onderwijs (talenscholen) en muziekstudie (controle van eigen spel) . . . .

Voor al degenen, die door hun dagelijkse omgang met de tape recorder de behoefte zijn gaan gevoelen, om iets meer te weten over zijn mogelijkheden en over de principes die eraan ten grondslag liggen, is dit boek geschreven. Maar niet minder voor de muziekliefhebber, voor de vader en de zoon in de huiskamer, voor de geluidsamateur, voor de afzender en geadresseerde van gesproken brieven en voor allen, die zich interesseren voor de waarlijke verrijking, die het zelf vastleggen en weergeven van geluid in hun leven kan teweegbrengen.

C. G. NIJSEN

April 1963

De auteur betuigt zijn hartelijke dank aan de Heren Ir. D. Kleis, D. A. Snel en Dr. Ir. K. Teer, voor hun hulp bij het eenvoudig formuleren van gecompliceerde technische begrippen.

VOORWOORD BIJ DE DERDE DRUK

In deze derde druk zijn enkele wijzigingen en uitbreidingen aangebracht, waaronder een hoofdstuk over principes en voordelen van cassette-recorders. Deze blijken thans in belangrijke mate bij te dragen tot de popularisering van het medium „geluid op band" bij millioenen nieuwe gebruikers.

C. G. NIJSEN

VOORWOORD BIJ DE VIERDE DRUK

Het is een verheugend feit, dat dit boek zo gunstig wordt ontvangen, dat thans een bijna ongewijzigde herdruk reeds noodzakelijk is. In deze vierde druk zijn enkele nieuwere foto's geplaatst.

DE AUTEUR

INHOUD

I. WAT IS GELUID? 1
Trillingen 1
Frequentie 2
Amplitude 4
Timbre 4

II. GELUID VASTLEGGEN EN WEERGEVEN 6
Uit de historie der geluidsregistratie 6
De grammofoonplaat 7
Fotografische registratie 8
Het Philips-Miller systeem 10
Magnetische systemen 11

III. DE TAPE RECORDER EN ZIJN EIGENSCHAPPEN . 13
A. PRINCIPES
Opnemen en weergeven 13
Elektro-magnetisch gedeelte 14
Elektronisch gedeelte 15
Mechanisch gedeelte 18
B. OVER SNELHEDEN EN GELUIDSSPOREN
Snelheid 20
Enkel spoor 20
Twee sporen 21
Vier sporen 21
Speelduurtabel 23
C. HET ELEKTRO-MAGNETISCH PROCES
Magneetkoppen 24
Wissen 25
Voormagnetisatie 25
De magnetische band 26
Kop en band 28
Vervorming en stoorsignalen 29
D. THEORIE VAN HET OPNEEM- EN WEERGEEFPROCES
Magnetisatieproces 30
Wisproces 32

Opneemproces 32
Weergeefproces 34
Van de golflengte afhankelijke verliezen 34

E. GELUIDSKWALITEIT EN HET MENSELIJK GEHOOR

Intensiteit en luidheid 35
Sterkteverhoudingen 36
Frequentiekarakteristiek en decibel 36
Dynamiek 37
De maatstaf voor kwaliteit 38

F. HET ELEKTRONISCH PROCES

Correctie van de frequentiekarakteristiek 39
Versterkers en schakelingen 42
Opneemregelautomatiek 44

G. HET MECHANISME

Constructie 45
Snelheidsvariaties 46

H. MICROFOONS

Kwaliteit 47
Richteffekt 48
Soorten van microfoons 48

I. LUIDSPREKERS

Kwaliteit 51
Klankborden en klankkasten 52
Basreflexkasten 52
Richteffekt 53

J. AANSLUITINGEN EN TOEBEHOREN

Ingangen en uitgangen van een recorder 54
Gevoeligheid en impedantie 54
Aansluiting aan het radiotoestel 56
Omvormers 56
Cassettes met „eindloze band" 56
Dia-stuurapparaten 57
Losse voorversterkers 57
Mengkastjes 58
Microfoonkastjes 58
Hoofdtelefoons 58
Voetschakelaars 59
Telefoonspoelen 59

K. ONDERHOUD EN STORINGEN
Onderhoud van koppen, etc. 60
Storingsverschijnselen 61
Tabel van storingen in de apparatuur en bandfouten . 62

IV. AKOESTIEK 65
Nagalm 65
Spraakakoestiek 66
Muziekakoestiek 67
Studiovoorzieningen 67
Akoestiek en opneemtechniek 68

V. STEREOFONIE 69
Richtingsgevoel 69
Ruimtelijke scheiding van geluidskanalen 70
De stereofonie toegepast 72
Stereofonisch opnemen en weergeven 73
Luidsprekeropstellingen 74

VI. DE KEUZE VAN EEN RECORDER 76
Snelheid 76
Soorten van recorders 76
Speelduur en spoeldiameter 76
Stereo of monauraal 78
Speciale eigenschappen 78
Meerdere sporen, montage en trucage (Multiplay) . . 78
Technische specificaties 80

VII. ADVIEZEN VOOR HET MAKEN VAN OPNAMEN . . 82
Gouden regels 82
Maatregelen voor een goede geluidskwaliteit 83
Microfoontechniek: de stemtest 85
spreken voor een microfoon . . 86
microfoonopstelling 87
akoestische raadgevingen . . . 89
Praktische wenken bij het opnemen 90
Opnemen van radio of platenspeler 91
Kopiëren van band op band 92
Geluidsmontages 93

Het geluidsarchief 95
Wegwijzer voor spraakopnamen 97
Wegwijzer voor reportages 97
Wegwijzer voor muziekopnamen 98
Wegwijzer voor gemengde opnamen 99
Het maken van klankbeelden en hoorspelen 99
Tabel van achtergrondgeluiden 101
Geluid bij dia's en amateurfilms 102
Tabel van opname- en bedieningsfouten, hun oorzaak en remedie 107

VIII. TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN A TOT Z . . 109

IX. RECORDERS BIJ ONDERWIJS EN MUZIEKSTUDIE . 115

X. TAPE CLUBS: GELUIDSOPNAME ALS HOBBY. . . . 127

XI. DICTEERAPPARATEN 130

XII. MAGNETISCHE OPNAME VEROVERT DE WERELD 132
Professionele recording in studio's 132
Geluid in film- en televisiestudio's 132
Geluidsweergave in de bioscoop 133
Speciale theaterinstallaties 133
Geluidskopieermachines 134
Automatische recorders 134
Elektronische muziek 134
Communicatie-recorders 135
Het magnetisch geheugen 135
Magnetisch geluidsspoor op smalfilms 135
Magnetisch vastleggen van beelden 136

XIII. CASSETTE-RECORDERS 137
Principe 137
Mono en stereo gecombineerd 138
Verdere voordelen van het systeem 139

HOOFDSTUK I

WAT IS GELUID?

Trillingen

Geluid is een trillingsverschijnsel, dat zich door de lucht voortplant.

Deze eenvoudige definitie leerden wij in de natuurkundelessen op school. Om ertoe te komen waren enkele duizenden jaren nodig. Het is bekend, dat de Griekse wijsgeer Pythagoras omstreeks 500 jaar voor Christus reeds onderzoekingen deed naar de aard van het geluid. Hij experimenteerde met hoge en lage tonen, die hij verkreeg met kortere of langere snaren van vogeldarm en wist ook al bepaalde interessante opvattingen te vestigen over het toonsysteem.

Door het tokkelen of aanstrijken van snaren komen deze in trilling; de trillingen worden overgedragen op de lucht en planten zich daarin voort. De luisteraar neemt het geluid waar in de vorm van een toon.

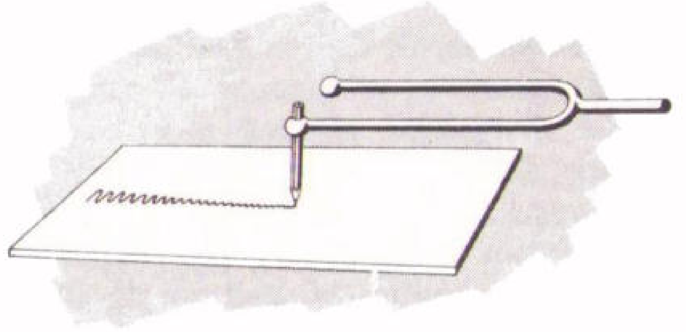


Fig. 1. Trillingen van een stemvork.

Andere voorbeelden van trillingen die muzikale geluiden veroorzaken, zijn: een aangeslagen stemvork, de trillende vliezen van trommels en pauken, de trillende metalen staven van triangels en vibrafoons en de trillende ronde platen van bekkens. Trillende luchtkolommen zijn de oorzaak van het geluid bij blaasinstrumenten en kerkorgels.

De voortplantingssnelheid van het geluid in de lucht is 345 meter per seconde bij 22°C; de voortplantingssnelheid neemt met hogere temperatuur toe.

Natuurkundig gezien, is geluid eigenlijk een vorm van beweging. Elke beweging in lucht veroorzaakt een zekere hoeveelheid geluid (knallen van een zweep!).

Omgekeerd kan men zich afvragen wat zich in de lucht afspeelt als zich daarin geluid voortplant. Het blijkt dan, dat bij de voortplanting van het geluid de lucht op sommige plaatsen wordt verdicht en op andere plaatsen verdund. De gebieden met hoge druk veroorzaken beweging naar de gebieden met lage druk, enzovoort. Er ontstaat een *golvende beweging.*

Om ons niet in formules te hoeven begeven, vergelijken we voorts het gedrag van de geluidsgolven met dat van golven in water. We stellen dan vast, dat golven slechts worden beïnvloed door voorwerpen die groot zijn ten opzichte van hun golflengte. Een stok in het water veroorzaakt weinig of geen verandering van de golfbeweging; een boot wel. Ook een lage toon, met een grote golflengte, verspreidt zich zodanig dat hij als het ware om kleine obstakels heen vloeit.

De geluidstrilling heeft 3 belangrijke eigenschappen, die tezamen zijn karakter bepalen: de frequentie, de amplitude en het timbre.

De frequentie is het trillingsgetal (aantal trillingen per sec.). De amplitude is de trillingswijdte (sterkte van de trilling). Het timbre is de klankkleur van de samengestelde trilling; deze wordt bepaald door de onderlinge sterkteverhouding van grondtonen en boventonen.

Frequentie

Het aantal trillingen per seconde, of de frequentie, wordt uitgedrukt in de eenheid Hertz (Hz). De „eenmaal gestreepte a" van de piano is in het jaar 1939 internationaal vastgelegd als een toon van 440 Hz, dus van 440 trillingen per seconde. Het begrip frequentie in de natuurkunde komt dus overeen met *toonhoogte* in de muziek en akoestiek. Een vioolsnaar heeft, evenals de aangeslagen pianosnaar, een bepaalde lengte en een bepaald aantal trillingen per seconde. Maken wij de snaar korter, dan zal de frequentie, dus het aantal trillingen per seconde stijgen en de toon hoger worden. De violist doet dit tijdens het spelen door de plaatsing van zijn vingers op de snaar. Halveert hij bijvoorbeeld de a-snaar op zijn instrument, dan geeft deze in plaats van een toon van 440 Hz een toon van 880 Hz, dat is een octaaf hoger.

De menselijke spraak ligt in het gebied van 30 tot 10.000 Hz. Wij kunnen echter veel hogere en ook lagere frequenties met onze oren waarnemen. Voor jeugdige mensen zijn soms geluiden van 16 tot 20.000 Hz hoorbaar. Op meer gevorderde leeftijd neemt het vermogen tot waarneming van hoge frequenties af. Zo zal een man van 50 jaar gemiddeld niet veel hoger kunnen horen dan frequenties van 4.000 Hz.

Voorbeelden van zeer hoge frequenties (tot 20.000 Hz) zijn: sleutelgerinkel en handenklappen. Zeer lage tonen worden opgewekt door de langste pijpen van het kerkorgel.

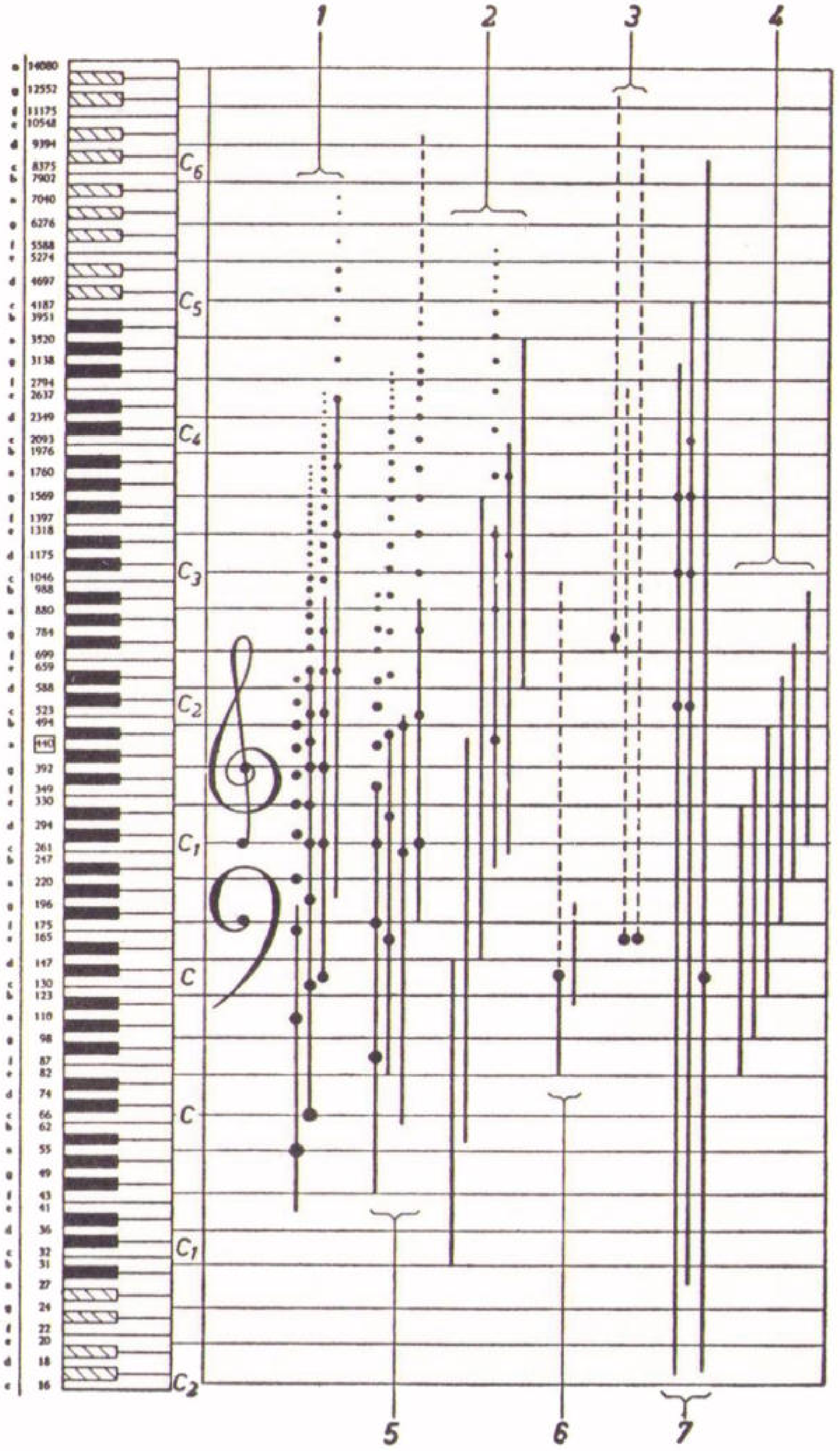


Fig. 2. Frequentiebereik van instrumenten en stemmen.

Groep 1 zijn de *strijkinstrumenten* (van links naar rechts: contrabas, violoncello, altviool en viool); groep 2 de *houtblazers* (contrafagot, fagot, klarinet, hobo, fluit en piccolo); groep 3 *slaginstrumenten* (triangel, het geluid van bekken-op-bekken en een geslagen bekken); groep 4 de *zangstemmen* (bas, bariton, tenor, alt, mezzo-sopraan en sopraan); groep 5 de *koperblazers* (tuba, trombone, hoorn en trompet); groep 6 de grote pauk en kleine pauk; groep 7 de harp, de vleugel en het orgel. De lijnen geven de grondtonen, de stippen en strepen de boventonen aan. Links de frequentieschaal van 16 tot 14 080 Hz.

Het menselijke oor bezit het vermogen de luchttrillingen over te brengen op de hersenen en ons daardoor de waarneming bewust te maken. Het geluid wordt eerst opgevangen door het trommelvlies. Via hamer, aambeeld en stijgbeugel komt het in het slakkenhuis, waar de gehoorzenuwen het weer op de hersenen overplanten.

Het niet meer hoorbare gebied in de hoge frequenties noemt men het ultrasonische gebied (ultrasone trillingen). Zeer hoge tonen zijn dikwijls niet meer hoorbaar voor de mens, maar bv. nog wel voor honden en vleermuizen.

Amplitude

De amplitude geeft de sterkte of intensiteit van een trilling aan.

De eenheid van geluidssterkte is de foon.

0	foon	—	gehoordrempel
10—20	foon	—	ritselen van bladeren, rustige landweg
20—30	foon	—	gefluister, tikken van een klok
30—40	foon	—	stille woonkamer, zachte radiomuziek
50—60	foon	—	straatlawaai, conversatie
60—80	foon	—	hard roepen, groot kantoor
25—95	foon	—	groot orkest
100	foon	—	motorfiets
120	foon	—	vliegtuigmotor op 3 meter afstand
130	foon	—	pijngrens

Timbre

In de natuur komen zuivere, slechts uit een enkele frequentie bestaande tonen bijna niet voor. Slechts met een toongenerator slaagt men erin, een enkelvoudige trilling te veroorzaken. Een toon (eigenlijk „klank") krijgt door zijn samenstelling uit meerdere trillingen een eigen karakter. Hij krijgt een timbre of klankkleur. Dit wordt het duidelijkst geïllustreerd door het feit dat een op de piano aangeslagen toon van 440 Hz heel anders klinkt dan een toon van dezelfde hoogte op de losse a-snaar van een viool. Muzikaal is het wel dezelfde noot a, maar het is niet dezelfde toon. Zo produceert elk instrument en elke stem — en zelfs elk voorwerp dat in trilling wordt gebracht — zijn eigen specifieke geluid.

De fundamentele, enkelvoudige toon (grondtoon), is dus „omkleed" met een aantal andere tonen (boventonen). De klankkleur varieert met de aard en het aantal van de begeleidende boventonen. De grondtoon bepaalt de toonhoogte, de boventonen de klankkleur. In de afbeelding van

het frequentiebereik van verschillende instrumenten zijn behalve de grondtonen ook de boventonen aangegeven.

Het is duidelijk, dat een muziekinstrument, behalve de grondtoon en de boventonen nog extra geluiden veroorzaakt, zoals het geluid van een strijkstok op de snaren van een viool, het geruis van de lucht bij een blaasinstrument e.d. Deze geluiden, hoewel niet behorende bij de toon, zijn wel karakteristiek voor het instrument en spelen ook een rol bij het maken van geluidsopnamen.

De leer van muziekinstrumenten en hun klankkleur is buitengewoon interessant. Zo maakt men in de orgelbouw gebruik van het feit, dat boventonen aan de grondtoon een bijzondere glans verlenen. Met bepaalde registers („vulstemmen") kan men uitsluitend boventonen laten klinken. Samen met bijbehorende grondstemmen geven deze vulstemmen aan de totaalklank een apart, helder karakter.

HOOFDSTUK II

GELUID VASTLEGGEN EN WEERGEVEN

Uit de historie der geluidsregistratie

Sedert Thomas Alva Edison in 1877 de wereld in verbazing bracht, door het geluid van de menselijke stem met mechanische hulpmiddelen vast te leggen op een ronddraaiende cilinder, is alweer ruim driekwart eeuw verlopen. Wanneer wij heden ten dage nog eens geconfronteerd worden met zijn primitief aandoende „Phonograph", dan is het moeilijk om in te denken hoe de mensheid voor een dergelijk apparaat zoveel enthousiasme aan de dag kon leggen. Toch moet het een bijzondere ervaring geweest zijn, om voor het eerst een „niet levend iets" het menselijk oor en later de menselijke stem te zien nabootsen.

Edison's idee — ongeveer tegelijkertijd ontstaan met dat van de Fransman Charles Cros, die het echter wegens gebrek aan middelen niet in praktijk kon omzetten — vormde de aanloop tot de moderne, welhaast volmaakte geluidstechniek — zoals eens wellicht het „levensrad" van de Belg Plateau de eerste stap is geweest naar de hedendaagse cinematografie *. Wist Plateau het bewegende beeld vast te leggen, Edison registreerde als het ware het bewegende geluid : de luchttrilling geluid in een bepaald tijdsverloop.

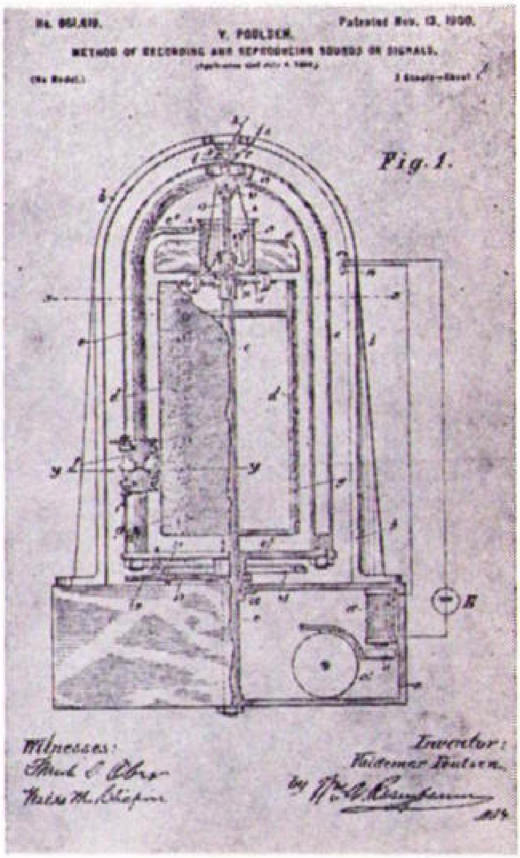
In zekere zin trok hij voordeel uit het feit, dat het schone bouwsel van het menselijk lichaam niet gepatenteerd is. Edison wist, dat bij het spreken de stem trillingen veroorzaakt in de lucht en dat wij dit „geluid" kunnen horen, doordat het trommelvlies in ons oor mede in trilling geraakt en de impulsen dan doorgeeft aan de gehoorzenuwen.

Hij maakte derhalve een copie van het trommelvlies. Daarvoor werd een dun plaatje metaal genomen, waaraan bovendien een klein stiftje bevestigd werd. Wanneer men deze stift loodrecht boven een draaiende cilinder met tinfolie hield (of later boven een wasrol), dan sneed zij daarin, onder invloed van de geluidstrillingen een geluidsspoor. Het verloop van de trilling, veroorzaakt doordat men op korte afstand van het trilplaatje sprak of zong, kon men nauwkeurig op de wasrol zien afgetekend. De wasrol werd met de hand rondgedraaid.

Dit was de eerste mechanische afbeelding van een geluidstrilling, die „continu" was en bijvoorbeeld al een heel liedje kon omvatten. „Mary had a little lamb" heette het lied, dat op deze wijze als eerste opname de historie is ingegaan.

Het weergeven geschiedde in precies omgekeerde volgorde. De stift volgde de groef in de wasrol en het trilplaatje of membraan deelde de trillingen — door een grote hoorn — weer mede aan de omringende lucht.

* De schrijver realiseert zich, dat in verband met beide uitvindingen vele andere namen te noemen zouden zijn.



Foto's 1 en 2

Valdemar Poulsen, uitvinder van de „Telegraphon". Daarnaast: de patentaanmelding in de U.S.A. (1900) van het apparaat, waaruit de tape recorder voortkwam.

Foto 3

Een der eerste modellen van de Edison Phonograph. Het geluidsspoor werd vastgelegd op een wasrol.

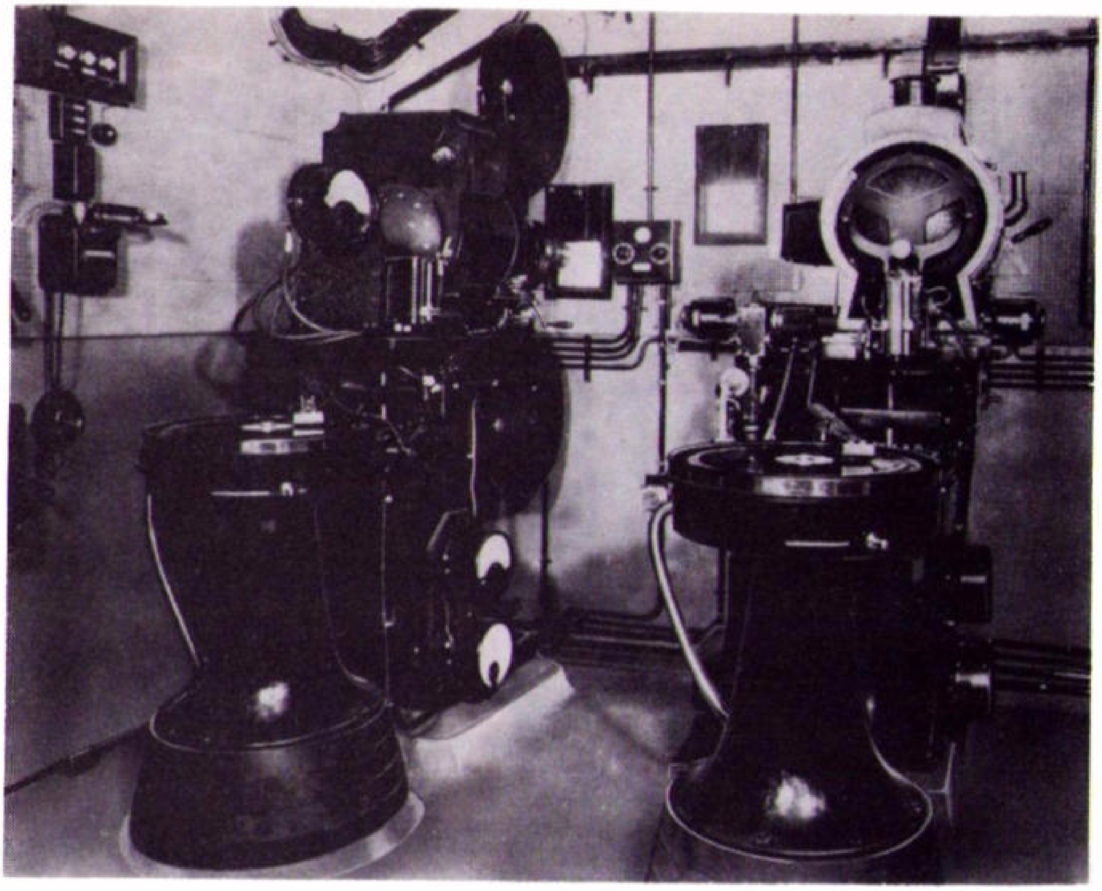


Foto 4
Filmprojectoren in een bioscoop, anno 1929. Het geluid werd op grammofoonplaten bijgeleverd....

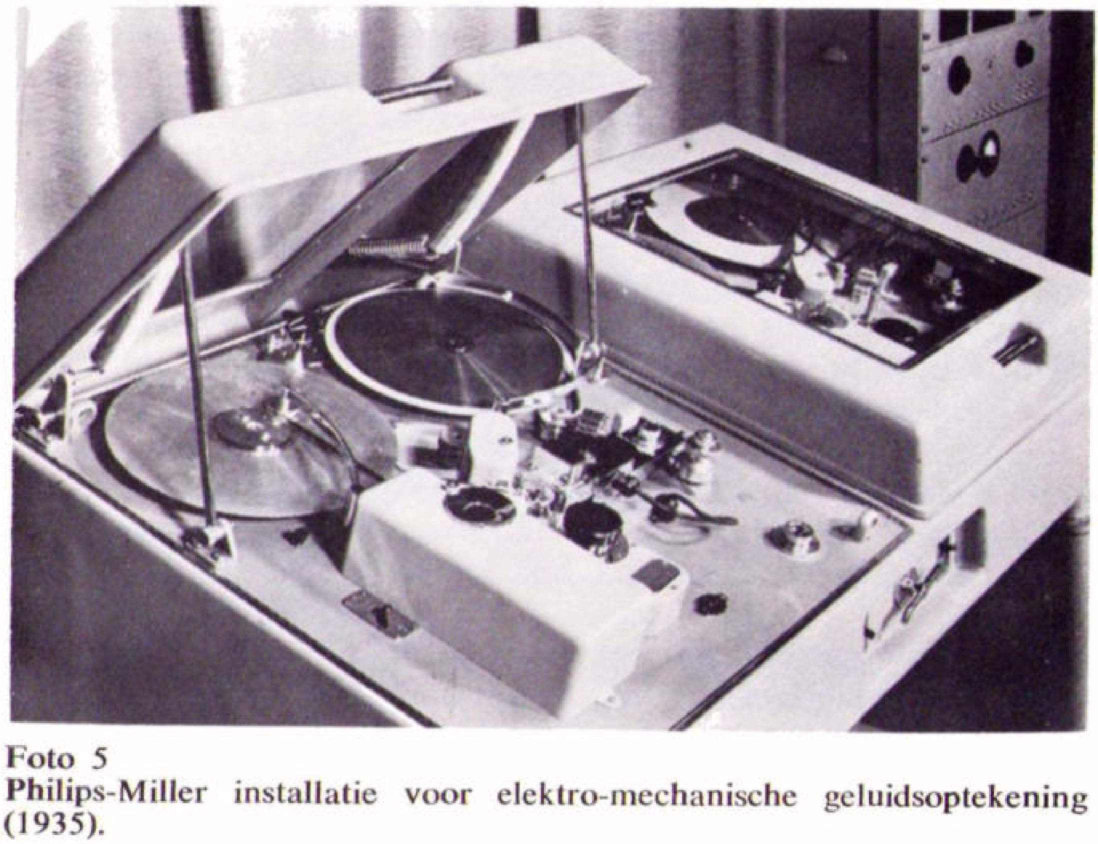


Foto 5
Philips-Miller installatie voor elektro-mechanische geluidsoptekening (1935).

De grammofoonplaat

Edison's uitvinding werd in 1888 en daarna aanzienlijk verbeterd, o.a. door Berliner. Bestond het geluidsspoor van de eerste namelijk uit heuvels en dalen (het z.g. „hill and dale system"), Berliner ontdekte, dat het geluid sterker werd weergegeven wanneer men de naald in plaats van op en neer in zijdelingse richting liet bewegen (het „laterale schrift"). Er werd nu een slingerbeweging opgetekend op een ronde plaat. Tevens maakte dit het „matriseren" mogelijk, d.w.z. dat de platen via een matrijs konden worden vermenigvuldigd.

Na de vindingen van Berliner was de weg gebaand voor een levendige handel in „geconserveerd" geluid. Verscheidene grammofoonplatenmaatschappijen rezen uit de grond en te oordelen naar het grote aantal mechanisch opgenomen grammofoonplaten, dat wij in onze jongensjaren nog aantroffen, was hun succes niet gering.

Toch besefte men wel, dat de methode nog niet volmaakt was. Het was dan ook een enorme stap vooruit, toen rond 1925 de elektronenbuis werd uitgevonden en de mogelijkheid ontstond, om geluid te versterken. De geluidstrillingen werden opgevangen door een microfoon, die ze omzette in elektrische stroomstootjes en ze toevoerde aan een versterker, waarna de nu krachtiger geworden stroomstootjes langs elektro-magnetische weg een graveersysteem in trilling konden brengen.

Bij de weergave was de gang van zaken als volgt:
de plaat werd door een elektro-magnetische pick-up afgetast, waardoor de versterker weer een opeenvolging van stroomstootjes ontving. Na versterking werden de stroomstootjes toegevoerd aan een elektro-magnetische luidspreker, waarvan de speciaal gevormde papieren trilplaat (conus) de lucht in trilling bracht, zodat wij het geluid konden horen.

Deze „elektrische" grammofoonplaat was een opmerkelijke stap naar de natuurgetrouwheid van geluidsopname en -weergave. Vooral het frequentiegebied had een grote uitbreiding ondergaan; in het algemeen kan men zeggen, dat trillingen van 100—5.000 Hz konden worden geregistreerd.

Het gehele systeem zou later (in 1948) een tweede revolutie meemaken, bij de invoering van de langspeelplaat met microgroeven. In plaats van schellak werd hierbij een persmassa van zeer bijzondere samenstelling toegepast, waardoor de platen onbreekbaar werden en zeer flexibel. De omwentelingssnelheid werd teruggebracht van 78 toeren per minuut tot $33\frac{1}{3}$ of 45. Tevens deden meer verfijnde registratie-systemen hun intrede en de kwaliteit van platenspelers (met toonarmen van licht gewicht) en andere weergeefapparatuur werd zoveel verbeterd, dat de grammofoonplaat zich tot de dag van heden als „geluidsdrager" heeft weten te handhaven.

Pas in de jaren na 1950 zou het duidelijk worden, dat reeds rond de eeuwwisseling de grondslag was gelegd voor een serieuze mededinger naar

de gunsten van het publiek: het magnetisch opneemsysteem, dat eenieder in staat zou stellen elke vorm van geluid op elk moment te conserveren en weer te geven. Het was echter een ontwikkeling, die zich door allerlei omstandigheden minder spectaculair voltrok dan die van de grammofoonplaat en nog een tweetal andere systemen van geluidsregistratie. Wij houden ons in deze beschouwing dan ook niet strikt aan de chronologische volgorde, maar behandelen eerst enkele andere procédé's, die in de historische ontwikkeling van groot belang zijn geweest.

Fotografische registratie

In 1895 gaven de gebroeders Lumière in Parijs de eerste openbare demonstratie met de „cinématograph". Het levende beeld was door hen op een filmstrook vastgelegd en kon door projectie voor een groot aantal kijkers worden weergegeven. Al terstond werd door de uitvinder ook naarstig gezocht naar een middel om deze „uit het leven gegrepen beelden" te laten begeleiden door dito geluiden. Het lag het meest voor de hand hiervoor de grammofoonplaat te gebruiken.

Toen in 1926 de Warner Brothers de eerste geluidsfilm van normale lengte op de markt brachten, „Don Juan", werd het geluid op platen bijgeleverd. Deze platen hadden een grote diameter en moesten worden afgespeeld op speciale draaitafels met een toerental van $33\frac{1}{3}$, waarvan de aandrijving gekoppeld was met die van de beeldprojector.

De complicaties, die dit systeem gaf, zijn niet moeilijk te raden. De grote grammofoonplaten, die met de film verzonden werden, waren nog breekbaar, zodat het kon gebeuren, dat de bioscoopbezoeker midden in de film ongeveer 20 minuten het geluid miste, gezien er een plaat gebroken was aangekomen. Verder moest de pick-up steeds op de juiste plaats gezet worden, daar anders het komische effekt ontstond van een filmzoen, begeleid door een klap, die het meisje de minnaar pas láter moest geven. Dan was er bovendien de mogelijkheid van filmbreuk. Wanneer de beide afgebroken einden weer aan elkaar waren gelast, bleek dikwijls het geluid niet meer synchroon te lopen.

Het was een grote verbetering, toen Fox Movietone in 1928 met een film kwam, waarbij het geluid op de filmband zélf was vastgelegd. Men had vroeger al eens geprobeerd om dit met het mechanische opneemsysteem te verwezenlijken, maar de pogingen liepen op een fiasco uit. Nu had men het echter fotografisch gedaan. Het „geluidsspoor" naast de filmbeeldjes kon met een optisch systeem weer worden afgetast. Hoewel deze methode in de loop der jaren kwalitatief natuurlijk veel verbeteringen onderging en elke fabrikant van de zgn. geluidscamera's zijn eigen gepatenteerd systeem ging toepassen, werd er aan het principe weinig veranderd. Het is echter moeilijk dit principe in kort bestek duidelijk te maken, zonder enkele details zeer simplistisch voor te stellen.

Een geluidsopname volgens het fotografische systeem geschiedt ongeveer als volgt: de geluidstrillingen, zoals deze door één of meer microfoons worden opgevangen, worden na als elektrische impulsen versterkt te zijn, toegevoegd aan een oscillograaf. Dit apparaat bestaat uit een metalen spiegeltje, geplaatst in een magnetisch veld. De grootte van het magnetische veld wordt beïnvloed door een spoeltje, waardoor de reeds eerder genoemde elektrische impulsen geleid worden. Door de verandering van het magnetisch veld, geraakt het spiegeltje in trilling, overeenkomstig de geluidstrillingen, zoals die door de microfoons worden opgevangen. Nu werpt een belichtingslampje, door een masker met een driehoekige opening, een bundeltje licht op het spiegeltje. Er ontstaat dus een driehoekige lichtvlek, die door het bewegende spiegeltje onder een bepaalde hoek wordt teruggekaatst. De teruggekaatste bundel vindt weer een maskertje op zijn weg, nu echter met een spleetvormige opening. Het licht dat door deze spleet valt, belicht de gevoelige laag van de film. Er is daardoor een geluidsspoor ontstaan van wisselende breedte met een maximum van 2 mm. Het geluidsspoor, dat na het ontwikkelen van de film te voorschijn komt, wordt tenslotte naast de beeldjes gekopieerd (fig. 3).

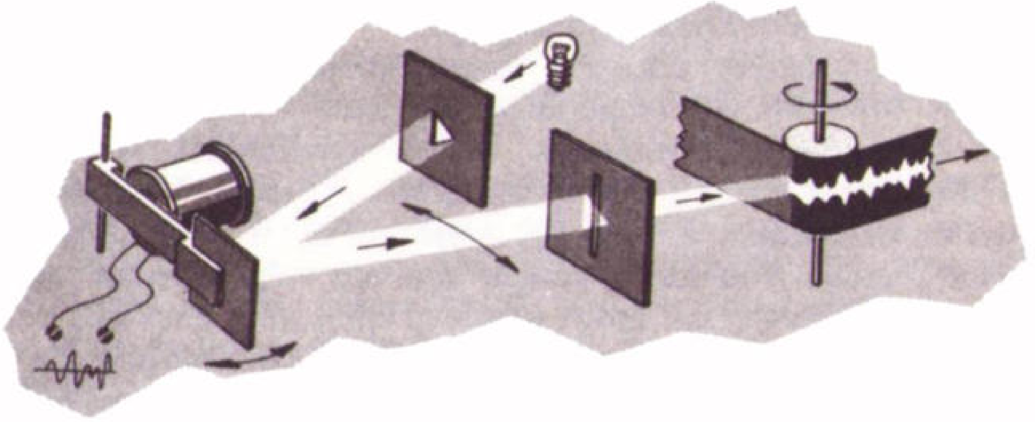


Fig. 3. Schematische voorstelling van geluidsregistratie in de filmstudio volgens het fotografische systeem.

Bij de aftasting van het geluidsspoor in de bioscoopprojector, werpt een belichtingslampje via een masker met spleetvormige opening een lichtbundeltje op het spoor. Achter het spoor bevindt zich een foto-elektrische cel, die de variërende lichtimpulsen (het geluidsspoor was immers van wisselende breedte) omzet in overeenkomstige stroomstootjes. Versterker en luidsprekers roepen het geluid weer te voorschijn.

Wij vermeldden reeds, dat bovenstaande voorstelling simplistisch is. De geluidscamera bevat namelijk nog diverse lenzenstelsels, om het licht te bundelen, terwijl niet alle systemen een spoor van wisselende breedte veroorzaken. Het beschreven systeem wordt het „bilaterale” genoemd (in de vorm van een dubbele zaagtand); een ander systeem is het „unilaterale” (één zijde begrensd door een zaagtandvorm); tenslotte is ook het „intensiteitsschrift” bekend, dat bij nadere beschouwing blijkt te bestaan uit lig-

gende streepjes in de breedterichting van het spoor, die in meerdere of mindere mate doorzichtig zijn (fig. 4).

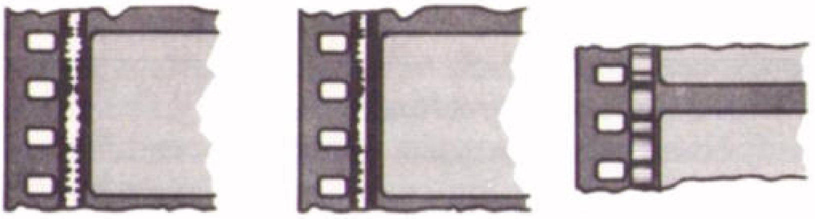


Fig. 4. Drie methoden van fotografische registratie naast elkaar; v.l.n.r. bilateraal, unilateraal en intensiteitsschrift.

Het Philips-Miller systeem

Het fotografisch opneemsysteem, waarmee een zeer goede kwaliteit wordt bereikt, heeft in filmstudio's gedurende tientallen jaren uitstekend voldaan. Voor andere professionele doeleinden, zoals in radiostudio's, was het echter niet geschikt, daar de prijs van 35 mm filmmateriaal vrij hoog ligt en het fotografisch bewerkingsproces te omslachtig is. Ook de grammofoonplaat was niet ideaal, daar deze nog tekort schoot in kwaliteit en gebonden was aan een vrij korte speelduur.

De Amerikaan Miller ontwierp een systeem, waarbij het geluid op mechanische wijze op een lange filmband werd vastgelegd. Door Philips werd een gecombineerde opneem- en weergeefinstallatie volgens zijn methode uitgewerkt en in 1935 op de markt gebracht. Vele radiostudio's in Europa en daarbuiten werden successievelijk met deze apparatuur uitgerust. Het principe van het opnemen kan als volgt worden beschreven: een 7 mm brede filmstrook loopt met een constante snelheid voorbij de zgn. geluidsschrijver. Deze schrijver bestaat uit een stomphoekig beiteltje (174°), dat tengevolge van elektrische impulsen een vertikale beweging maakt ten opzichte van de filmstrook. Deze laatste heeft een basis van celluloid, vervolgens een doorzichtige gelatinelaag en tenslotte een diepzwarte deklaag. Raakt de beitel nu de film, dan wordt daarin een gedeelte van de zwarte deklaag weggesneden en ontstaat er een doorzichtig spoor. Door de elektrische impulsen snijdt de beitel tijdens de opname meer of minder diep (max. 5 micron) in de film en door de stompe vorm van de beitel verschijnt er een doorzichtig spoor van wisselende breedte (fig. 5).

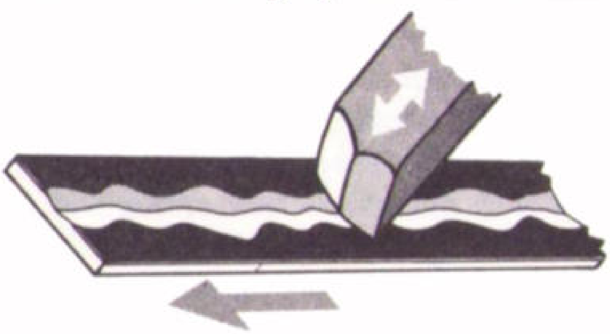


Fig. 5. Geluidsschrijver van het Philips-Miller systeem.

De aftasting geschiedt op de machine enkele centimeters voorbij de opneemkop, door middel van foto-elektrische cel en belichtingslampje. Het is duidelijk, dat dit minimaal tijdsverschil tussen opnemen en weergeven een groot voordeel heeft. Men kan namelijk op vrijwel hetzelfde moment uit de controle-luidspreker horen, wat men opneemt en vaststellen of volume en timbre goed zijn ingesteld.

De opgenomen banden volgens het Philips-Miller systeem vereisten dus geen enkele tussen- of nabehandeling en waren onbeperkt houdbaar. Dit bleek van grote waarde bij het gebruik in radiostudio's. Men kon met de Philips-Miller opnamen een geluidsarchief opbouwen, dat ook bij veelvuldig gebruik van de banden niet in kwaliteit achteruit ging. Ook „montage" van de banden was mogelijk. De filmband was niet geperforeerd, maar liep over gladde rollen in de machine. Daarna kon met één handgreep worden overgeschakeld op het andere deel van de machine, daar elke installatie dubbel was uitgevoerd.

In veel opzichten kan de Philips-Miller methode als voorloper van de magnetische registratie worden beschouwd. Ook wat geluidskwaliteit betreft was zij weinig minder dan revolutionnair.

Van historische betekenis is voorts geweest, dat het Philips-Miller systeem in de Philips laboratoria een unieke gelegenheid bood tot het experimenteren met *stereofonie*. (Zie ook hoofdstuk V.)

In verschillende landen zocht men namelijk reeds lang naar een systeem, waarmee men het geluid „ruimtelijk" of „driedimensionaal" kon vastleggen en weergeven. Het bij Philips door Dr. Ir. K. de Boer ontwikkelde stereofonische systeem kon uitstekend worden aangepast aan Miller's methode van geluidsregistratie. De geluidsindrukken van twee afzonderlijke microfoons in een „kunsthoofd" werden via versterkers toegevoerd aan twee afzonderlijke geluidschrijvers op de Philips-Miller installatie, die nu dus niet één maar twee geluidssporen in de zwarte film sneden. Bij de weergave werden de sporen ook afzonderlijk afgetast, versterkt en via twee luidsprekers in de zaal weergegeven. In 1946 werd door de Nederlandse Radio Unie op deze wijze een stereofonische uitzending van een concert gegeven, waarbij men twee golflengten (Hilversum I en II) gebruikte; de luisteraar moest beschikken over twee ontvangtoestellen om de stereofonische indruk in de huiskamer te kunnen waarnemen.

Magnetische systemen

Het Philips-Miller systeem vertoonde één onoverkomelijk bezwaar voor toepassing op grote schaal buiten de radiostudio: de aard van het systeem maakte mechanisch en elektrisch een uitgebreide en vrij kostbare apparatuur noodzakelijk. Ook het fotografische systeem bood weinig mogelijkheden buiten zijn eigen omgeving: die van de filmstudio met al haar noodzakelijke laboratoria.

Het was de Deen Valdemar Poulsen, die in 1898 het revolutionnaire

apparaat patenteerde, waaruit de huidige „tape recorder" groeide. De door hem ontwikkelde „Telegraphon" werd in 1900 de grote sensatie van de Wereldtentoonstelling in Parijs.

Twaalf jaar eerder, dus in 1888, was er in het Amerikaanse tijdschrift „The Electrical World" al een artikel verschenen van Oberlin Smith, dat ideeën gaf voor het registreren van geluid via magnetisme. De schrijver ging nogal gedetailleerd op het onderwerp in, doch moest aan het slot van zijn artikel vaststellen, dat hij zijn ideeën wegens gemis van een laboratorium zelf niet in de praktijk kon brengen.

Poulsen werd, met de „Telegraphon", de eerste constructeur van een langs magnetische weg functionnerend opneemtoestel. Het geluid werd hierin vastgelegd op een rond een cilinder gewikkelde stalen draad, die tussen polen van een elektromagneet werd voortgetrokken. Hoewel de elektronische versterking uiteraard nog ontbrak, kon de door de geluidstrillingen veroorzaakte energie worden omgezet in magnetische velden van wisselende sterkte, vervolgens overgedragen op de bewegende stalen draad en tenslotte in omgekeerde volgorde worden weergegeven. De magneetspoelen werden dan verbonden met een hoofdtelefoon, waardoor men het geluid kon horen.

Poulsen stichtte, samen met zijn compagnon Pedersen, in de Verenigde Staten een maatschappij, die een staaldraadrecorder op de markt bracht. De speelduur bedroeg 30 minuten. Na deze machine zagen in Amerika diverse andere „wire recorders" (= draadopnemers) het licht en werden er belangrijke vindingen aan toegevoegd. Vooral ook in Duitsland ging de evolutie voort. Er kleefden aan het staaldraadsysteem echter tamelijk grote bezwaren. Zo was het vrijwel onmogelijk om „montage" van de geluidsopname toe te passen.

De Duitser Pfleumer bracht in 1928 de recorder een opmerkelijke stap verder naar de vorm, waarin wij deze heden ten dage kennen, door het patenteren van een papieren of plastieken band met magnetiseerbaar ijzeroxyde. Daarnaast werden rond dezelfde tijd voor het eerst de elektronische versterker en de zgn. hoogfrequente voormagnetisatie toegepast voor het verkrijgen van hogere kwaliteit. Vooral na de tweede wereldoorlog ontstond in Amerika, Duitsland en andere landen een enorme activiteit om de apparatuur te vereenvoudigen en voor meerdere doeleinden geschikt te maken. Na de eerste professionele apparaten kwamen rond 1950 de kleine modellen recorders uit. Deze konden door de fabrieken in grotere aantallen worden vervaardigd en kwamen ook door hun gemakkelijke bediening en lage prijs binnen het bereik van de amateur.

DE TAPE RECORDER EN ZIJN EIGENSCHAPPEN

A. PRINCIPES

Opnemen en weergeven

Bij de moderne tape recorder (ook wel bandopnemer of band-recorder) wordt het geluid, zoals wij aan het slot van het vorige hoofdstuk zagen, langs magnetische weg vastgelegd op een *geluidsband.*

Deze band, die in zijn meest voorkomende vorm een breedte heeft van 6¼ mm (¼ inch) en met een constante snelheid voorbij een door het geluidssignaal bekrachtigde elektromagneet wordt bewogen, heeft de eigenschap het „patroon" van de trillingen permanent te kunnen vasthouden. Hiertoe is de band voorzien van ontelbare deeltjes magnetiseerbaar ijzeroxyde. Bij de weergave tast eenzelfde elektro-magneet het magnetische

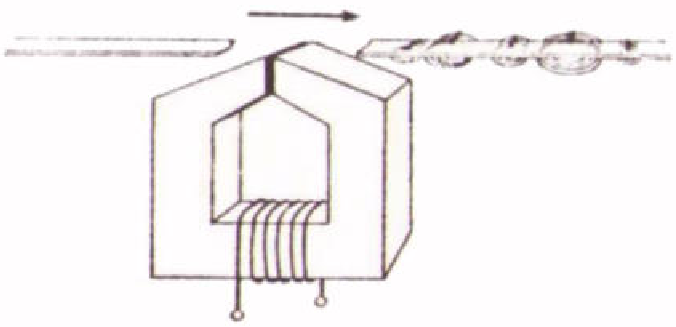


Fig. 6. De band houdt het „magnetisch patroon" van de geluidstrillingen vast . . .

geluidspatroon af, zodat dit weer hoorbaar kan worden gemaakt. Door de eigenschappen van de band en de constructie van de recorder is het mogelijk dit weergeven naar behoefte duizenden keren achtereen te laten geschieden, zonder dat er kwaliteitsverlies optreedt. Dezelfde band kan echter ook keer op keer worden gebruikt om er nieuwe opnamen op vast te leggen. Het vorige geluidsspoor wordt dan in de recorder automatisch uitgewist door een afzonderlijk wisinrichting, die alleen werkt tijdens het opnemen. Tenslotte kan elke opname nagenoeg onbeperkte tijd worden bewaard en leent de band zich uitstekend voor zgn. geluidsmontages.

Het geluidssignaal, dat aan de elektromagneet (opneemkop) wordt toegevoerd, bestaat uit elektrische stroomvariaties, afkomstig uit de microfoon die de geluidstrillingen heeft opgevangen. Deze stroompjes zijn echter zeer zwak en worden derhalve eerst elektronisch versterkt, alvorens ze de magneetkop bereiken (opneemversterker).

Ook bij het weergeven moeten de in de weergeefkop ontstane stroompjes worden versterkt, alvorens ze door de luidspreker in de vorm van luchttrillingen kunnen worden gereproduceerd (weergeefversterker).

De werking en technische opbouw van een recorder kunnen het beste woren verklaard, wanneer we in het vervolg in hoofdzaak drie verschillende delen van het apparaat onderscheiden:

* *het elektro-magnetische gedeelte;*
* *het elektronisch gedeelte;*
* *het mechanisch gedeelte.*

Wij beschrijven hieronder in het kort de principes en functies van de diverse onderdelen waarmee we bij het gebruik van recorder en toebehoren te maken hebben. In de desbetreffende paragrafen wordt hierop dan in detail ingegaan.

Elektro-magnetisch gedeelte

Wij zagen al, dat de *magneetkop* in feite een kleine elektro-magneet is.

De werking van een elektro-magneet berust op het principe, dat een draad waardoor een elektrische stroom wordt gestuurd, onder invloed daarvan wordt omringd door een onzichtbaar magnetisch veld. De sterkte van dit veld wisselt met de sterkte en de richting van de stroom. Wanneer de draad nu om een weekijzeren kern wordt gespoeld (in de vorm van een spiraal of solenoïde), blijkt, dat het magnetisch veld aanzienlijk sterker wordt.

Van dit principe, dat vele lezers zich uit de natuurkundeboeken op school zullen herinneren, wordt gebruik gemaakt bij het opnemen van geluid in de magneetkop van onze recorder. De stroomfluctuaties in het spoeltje om de magneetkop veroorzaken het wisselend magnetisch veld en deze „magnetische trillingen" beïnvloeden de ijzerdeeltjes op de band, die aan

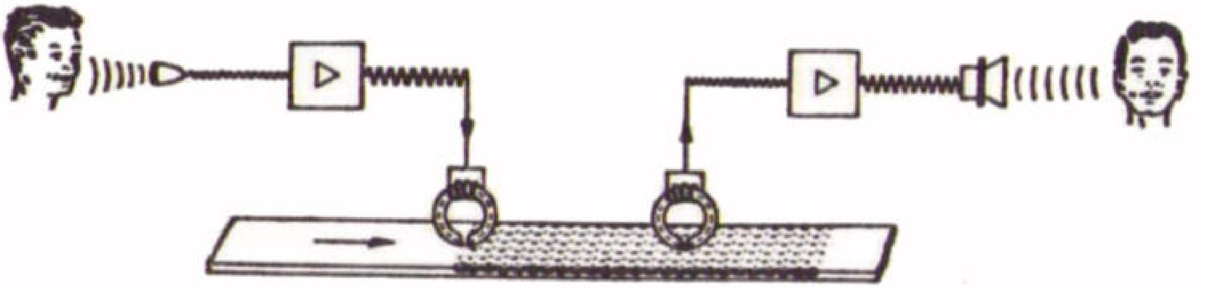


Fig. 7. Schematische voorstelling van het magnetische opneem- en weergeefproces. Van links naar rechts: luchttrillingen — microfoon — zwakke elektrische wisselstroompjes — opneemversterker — sterke elektrische wisselstroompjes — opneemkop — magnetische band met magnetische registratie —weergeefkop— zwakke elektrische wisselstroompjes — weergeefversterker — sterke elektrische wisselstroompjes — luidspreker — luchttrillingen.

de polen van de magneet voorbij wordt gevoerd. In de ijzerdeeltjes ontstaat een vorm van „remanent" magnetisme, d.w.z. dat de permanent magnetische deeltjes in meerdere of mindere mate worden gericht (fig. 7).

Draaien we de zaak om, dan blijkt de theorie wederom zeer eenvoudig voor te stellen. Wanneer een draad namelijk onder invloed wordt gebracht van een magnetisch veld van wisselende sterkte, dan wordt in die draad een stroom opgewekt, die fluctueert in het ritme van de magnetische trillingen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door een magneet voorbij de draad te bewegen. Het effect wordt weer sterker, als de draad in de vorm van een spoel rond een weekijzeren kern is gewikkeld. Bij het weergeven van geluid in onze recorder, beweegt zich de band met gemagnetiseerde ijzerdeeltjes (allemaal kleine magneetjes!) voorbij de polen van de elektromagneet, waardoor de oorspronkelijke stroompjes weer in de spoel worden opgewekt.

Dit is het fundamentele principe van de opneem- en weergeefmagneetkoppen in de tape recorder en tevens van de gehele magnetische geluidsregistratie.

In het begin van dit hoofdstuk noemden wij de wisinrichting, die nodig is om de band voor een nieuwe opname bruikbaar te maken. Ook dit is een elektro-magneet, die — gezien zijn functie — *wiskop* wordt genoemd. Hij wist, door middel van een sterke elektrische wisselstroom, de magnetisatie van de band af, m.a.w. maakt deze magnetisch neutraal. In verband met de looprichting van de band van links naar rechts, is de wiskop op de recorder links van de opneemkop aangebracht (fig. 8).

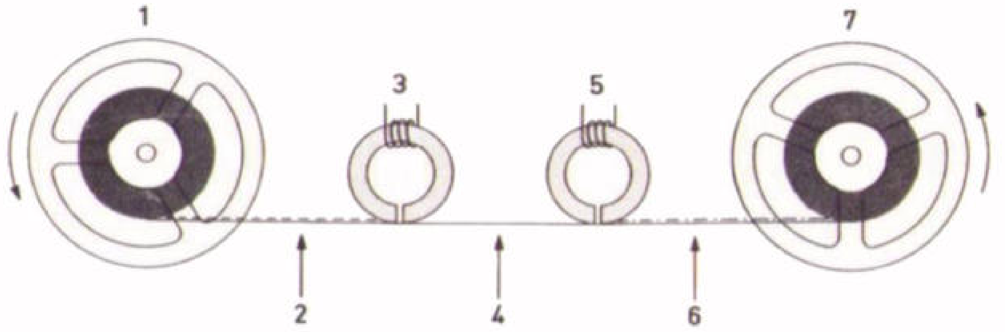


Fig. 8. Plaatsing en werking van de wiskop.
1. afwikkelspoel; 2. oude opname; 3. wiskop; 4. band magnetisch neutraal; 5. opneemkop; 6. nieuwe opname; 7. opwikkelspoel.

Elektronisch gedeelte

Bij het elektronische gedeelte van een registratieketen onderscheiden we allereerst de *versterkers,* die in de recorder zijn ingebouwd, teneinde aan het begin de microfoonstroompjes versterkt naar de magneetkop te voeren (opneemversterker) en aan het eind het geluidssignaal — wederom versterkt — uit de luidspreker te laten komen (weergeefversterker) en hun bijbehorende *regelaars.* In de meeste recorders voor niet-professioneel

gebruik zijn de functies van opneem- en weergeefversterker gecombineerd. Aan de achterzijde of zijkanten van de recorder-koffer zijn aansluitcontacten aangebracht, die in de praktijk als *ingangen* en *uitgangen* worden betiteld.

Aan de ingangen kunnen alle geluidsbronnen worden aangesloten, d.w.z. microfoon, grammofoon, radio-ontvanger, of een andere recorder. Met de uitgangen kunnen, al naar behoefte, een extra-luidspreker, een radio-ontvanger of een andere recorder worden verbonden. Aansluiting van andere versterkers aan ingang of uitgang is in principe ook mogelijk, mits het toegevoerde of afgenomen signaal in waarde is aangepast.

Voor een beter begrip van de aansluiting van recorders aan radio-ontvangers, zal de principiële opbouw van laatstgenoemde in de nu volgende bespreking van elektro-akoestische componenten mede worden betrokken.

De *microfoon* is het instrument dat de geluidstrillingen uit de lucht omzet in zwakke elektrische stroompjes. De eenvoudigste vorm is de koolmicrofoon in het spreekstuk van het telefoontoestel, waarin tevens de eenvoudigste luidspreker voorkomt, nl. in het gedeelte, dat wij tegen het oor houden. De stroompjes in de telefoon zijn vrij zwak. Ze moeten bij telefoonverkeer over lange afstanden dan ook onderweg worden versterkt, vooraleer de persoon aan het andere einde van de lijn kan horen wat wij zeggen.

Versterkers worden in groten getale gebruikt in de radiotechniek, zowel om het geluid dat in de studio door de microfoon wordt opgevangen te versterken alvorens het naar de zender gaat, als ook in ons ontvangtoestel thuis. Een radio-ontvanger bestaat in hoofdzaak uit een hoogfrequent gedeelte voor het opvangen, selecteren en versterken van de radio-

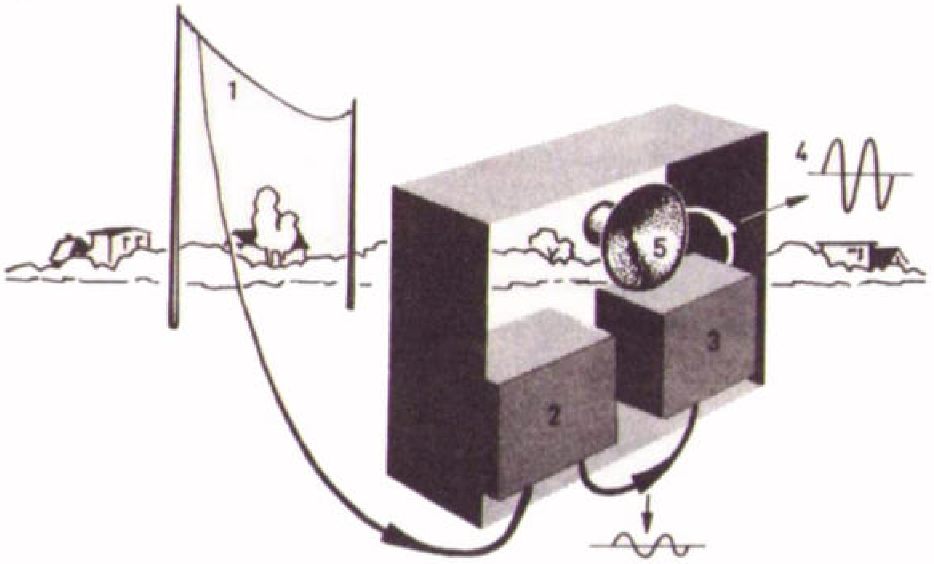


Fig. 9. Opbouw van een radio-ontvanger.

1. antenne; 2. hoogfrequent ontvangstgedeelte; 3. laagfrequent versterker; 4. versterkte elektrische trillingen; 5. luidspreker.

golven (golven van hoge frequentie, die als draaggolf dienen voor de laagfrequente trilling) uit de antenne, de detector (die de laagfrequente trilling van de draaggolf scheidt) en uit een laagfrequent gedeelte voor het zodanig versterken van dit signaal, dat het door de luidspreker hoorbaar kan worden gemaakt (fig. 9).

De *grammofoon* is, zoals wij zagen, een andere vorm van geluidsbron. Deze bestaat in zijn eenvoudigste vorm uit een platenspeler, d.w.z. een afspeelarm en een draaimechanisme voor de grammofoonplaat. De afspeelarm bevat een aftastkop, die de in de groef van de plaat vastgelegde trillingen mechanisch aftast, vervolgens in zwakke elektrische stroompjes omzet en tenslotte toevoert aan een al of niet ingebouwde versterker. Deze versterker kan bv. ook het laagfrequente gedeelte van een radio-ontvanger zijn, waarop doorgaans een aansluitcontact voor een platenspeler aanwezig is. Bij gebruik hiervan doet dan ook de luidspreker van de ontvanger dienst om het geluid in de huiskamer te reproduceren.

De *luidspreker* zet de versterkte elektrische stroompjes om in hoorbaar geluid en werkt dus in principe als een omgekeerde microfoon. Hij vormt niet alleen een onmisbaar, doch in de praktijk ook zeer belangrijk element bij het weergeven. Teneinde bij een eenvoudige recorder een zo hoog mogelijke weergavekwaliteit te bereiken verdient het derhalve aanbeveling niet de (vaak noodzakelijk kleine) afluisterluidspreker van het apparaat zelf te gebruiken, doch een grotere — bv. die van een behoorlijke radio-ontvanger of liever nog een speciale luidspreker op klankbord of in een kast.

Een radio-ontvanger heeft doorgaans ook een aansluitmogelijkheid voor een tweede luidspreker. Deze aftakking nu, die een reeds versterkt signaal

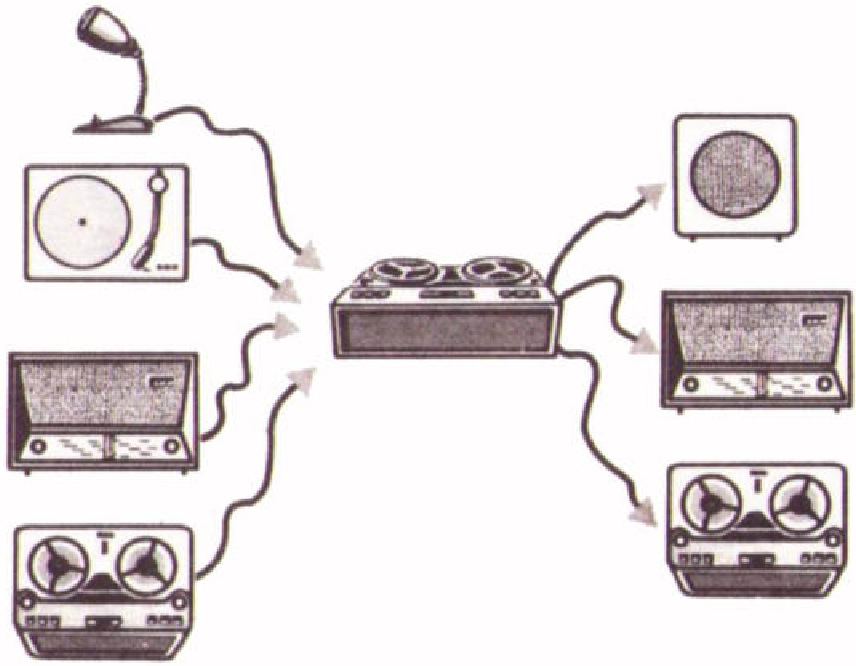


Fig. 10. Aansluitmogelijkheden bij een normale recorder. Links de *ingangen* voor microfoon, grammofoon, radio-ontvanger of een andere recorder. Rechts de *uitgangen* voor extra-luidspreker, radio-ontvanger of een andere recorder.

levert, wordt dikwijls gebruikt als men op de recorder opnamen wil maken van een radio-uitzending. Het resultaat is dan aanzienlijk beter dan wanneer men de recorder-microfoon voor de luidspreker van de ontvanger plaatst, hetgeen nog al te vaak wordt gedaan. Bij moderne recorders en radiotoestellen bestaat echter een aansluitmogelijkheid die welhaast ideale resultaten geeft: de diode-steker. Wij komen hierop later nog terug.

Mechanisch gedeelte

Dit is bij een recorder van uitzonderlijk groot belang. Het *transportmechanisme* moet er immers voor zorgen, dat de band met volkomen constante snelheid voorbij de koppen wordt getransporteerd. Verandering van toonhoogte zou anders het gevolg zijn. Slechte recorders hebben dan ook een min of meer „jankende" weergave, die lijkt op die van een met de hand afgeremde grammofoonplaat. De snelheid, die geregeld wordt door het transportmechanisme, moet vervolgens bij het opnemen en weergeven precies even groot zijn. Hogere weergeefsnelheden veroorzaken een hogere toon; lagere weergeefsnelheden een lagere toon. Een te hoge opneemsnelheid veroorzaakt bij het afspelen een te lage toon, enzovoort. De snelheidsverhouding 1 : 2 betekent een toonhoogteverschil van precies een octaaf.

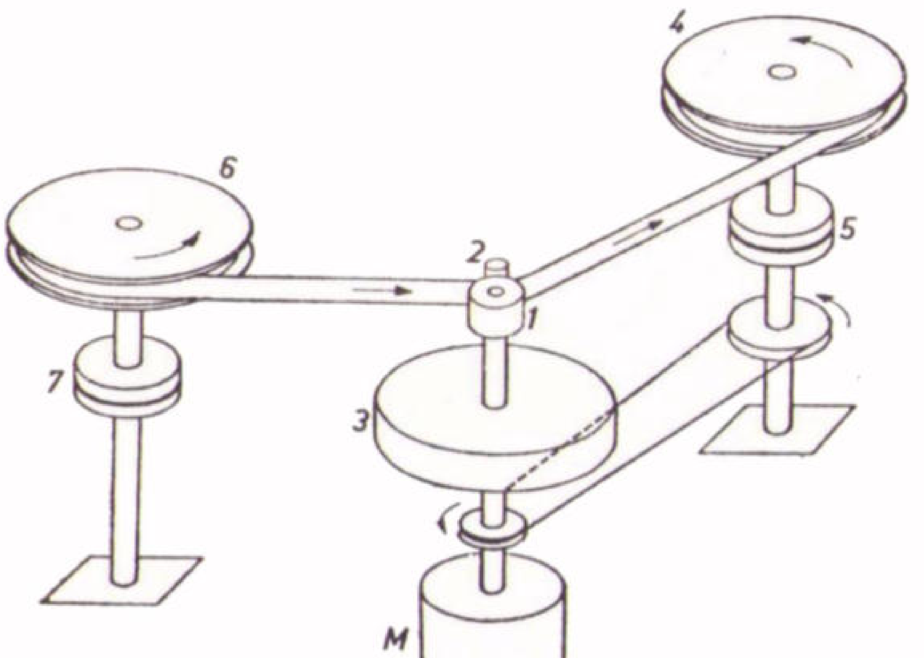


Fig. 11. Aandrijving van een eenvoudige recorder.

M. motor; 1. rubber aandrukrol; 2. toonas; 3. vliegwiel; 4. opwikkelspoel; 5. slipkoppeling; 6. afwikkelspoel; 7. slipkoppeling.

Behalve het transportmechanisme heeft een recorder een groot aantal mechanische onderdelen, zoals knoppen en hefbomen voor het regelen van de bediening en voor de betreffende overbrengingen.

Waaruit het mechanisch systeem van de recorder bestaat, is het gemakkelijkst af te leiden uit wat men ziet aan de bovenkant. De band moet van de afwikkelspoel voorbij de magneetkoppen naar de opwikkelspoel worden getransporteerd. Dit transport wordt bewerkstelligd door één of meer elektrische motoren. Wij beperken ons tot de constructie met één motor, die de aandrijfas (toonas) in beweging brengt. Het uiteinde van de toonas is zichtbaar op de bovenplaat van de machine en transporteert daar de band, die er door een *rubber aandrukrol* tegenaan wordt gedrukt. De opwikkelspoel wordt, bijvoorbeeld met een snaar (eindloze riem) eveneens vanuit de motor aangedreven, zij het met gebruikmaking van een *slipkoppeling* omdat bij het opwikkelen de doorsnede van de rol met band steeds groter wordt en dientengevolge de spoel geleidelijk langzamer moet gaan draaien. Wanneer de as van de opwikkelspoel met dezelfde constante snelheid als de toonas zou doordraaien, zou er een te grote kracht op de band worden uitgeoefend, met het gevolg dat deze zou breken. Ook bij de afwikkelspoel gebeurt iets dergelijks, om te voorkomen dat op deze spoel (waar de diameter van de rol band steeds kleiner wordt) de band slap komt te hangen. Bij plotseling stoppen zou voorts zonder slipkoppeling de linker spoel nog enige tijd blijven doordraaien, en dus ook band afwikkelen, die niet meer getransporteerd werd.

Als zeer belangrijke functie van het transportmechanisme dient hier nog de mogelijkheid tot het *snel terugwikkelen en opwikkelen* van de band te worden vermeld. Evenals het kiezen van verschillende snelheden, wat op sommige recorders mogelijk is, wordt dit mechanisch bewerkt door zeer vernuftige en ook gecompliceerde overbrengingen. Daarbij maakt men doorgaans gebruik van rubber *tussenwielen*. Met een *vliegwiel* wordt de draaisnelheid van de toonas constant gehouden.

B. OVER SNELHEDEN EN GELUIDSSPOREN

Snelheid

De *snelheid,* die bij een recorder voor het opnemen en afspelen wordt gekozen, is bepalend voor de geluidskwaliteit. De hoge frequenties worden in het algemeen beter weergegeven naarmate de snelheid waarmee de band wordt getransporteerd groter is. Een belangrijke factor hierbij is de lengte van de luchtspleet in de weergeefkop (zie ook paragraaf C).

Bij een hogere snelheid zullen ook minder gauw vervormingen van de geluidskwaliteit optreden, als gevolg van onregelmatigheden in het transportmechanisme.

De bij de recorders gebruikte snelheden zijn internationaal vastgelegd, volgens onderstaande tabel:

	76	38	19	9,5	4,75	2,4 cm per seconde
of	30	15	$7\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	$1\,{}^{7}/_{8}$	${}^{15}/_{16}$ inch per seconde

Met het vorderen van de techniek, bestaat er een tendens naar steeds lagere snelheden. Men is er de laatste jaren in geslaagd, om recorders te bouwen, die bij een snelheid van 19 cm per seconde een zeer goede muziekkwaliteit leveren. Deze snelheid is dan ook reeds in studio's in gebruik genomen, waar men voorheen slechts de snelheden 38 en 76 cm toepaste. Voor niet-professionele recorders kan 19 cm worden beschouwd als de snelheid, waarbij top-kwaliteit mogelijk moet zijn. Ook met de snelheden 9,5 cm/sec en 4,75 cm/sec kan men thans reeds uitstekende muziekkwaliteit bereiken en alleen de onlangs geïntroduceerde snelheid van 2,4 cm/sec kan voorlopig nog worden beschouwd als speciaal aangewezen voor gesproken woord of voor muziek waaraan geen bijzondere eisen behoeven te worden gesteld.

Enkel spoor.

Oorspronkelijk werd bij alle recorders slechts één geluidsspoor op de band vastgelegd. Allengs kreeg men echter behoefte, om meer „informatie" op een en dezelfde band onder te brengen, teneinde kosten te besparen. Er wordt derhalve alleen nog bij professionele opneemmachines in studio's zgn. enkel spoor gebruikt, tenzij men daar voor stereofonische opnamen 2 of meer naast elkaar liggende sporen nodig heeft. Bij alle andere soorten van recorders worden tegenwoordig twee of vier sporen op een enkele band opgetekend.

Twee sporen.

Bij het dubbelspoor systeem verkrijgt men van elke band tweemaal de speelduur. De magneetkop bestrijkt slechts de helft van de breedte van de band en is zodanig geplaatst, dat eerst het bovenste gedeelte van de band wordt gebruikt. Daarna wordt de band omgedraaid en wordt het onderste deel van een opname voorzien.

Vier sporen.

Bij het vier-sporen systeem wordt voor elk geluidsspoor maar $\frac{1}{4}$ van de breedte van de band gebruikt, zodat ten opzichte van het twee-sporen systeem de speelduur van elke band nogmaals kan worden verdubbeld. (Zie ook fig. 13.) Aangezien vier-sporen recorders dikwijls zijn ingericht

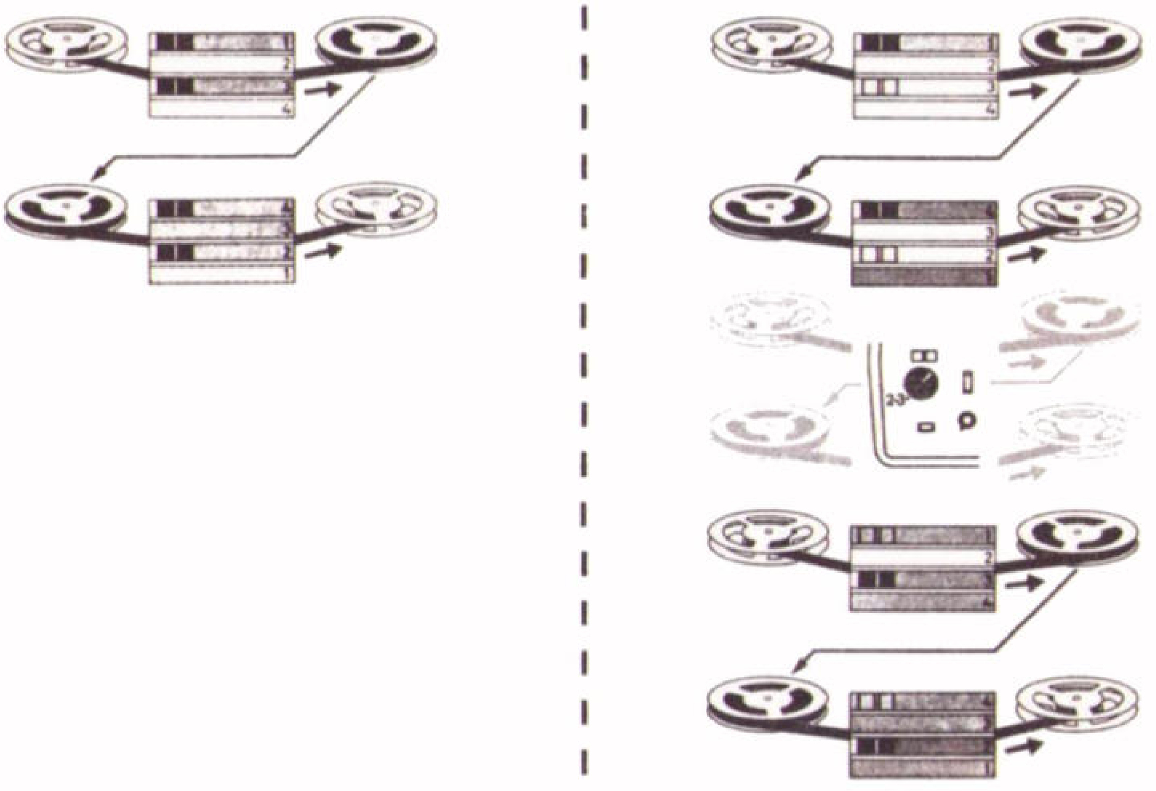


Fig. 12. Volgorde bij het vastleggen van vier sporen:

Stereo. Wanneer op de sporen 1 en 3 een stereo-programma is opgenomen, is nog slechts de helft van de band gebruikt.
Nadat de volle rechterspoel is omgekeerd en links op de recorder is geplaatst, kan wederom een stereo-programma worden opgenomen op de sporen 4 en 2.

Mono. Wanneer op spoor 1 een mono-programma is opgenomen, zijn er nog 3 andere sporen beschikbaar.
Nadat de volle rechterspoel is omgekeerd en links op de recorder is geplaatst, kan de opname op spoor 4 worden voortgezet.
Nadat de spoelen wederom zijn verwisseld, (keuzeschakelaar in stand 3—2) kan spoor 3 worden opgenomen.
Wanneer tenslotte de spoelen nogmaals zijn verwisseld, kan spoor 2 worden opgenomen.

voor stereofonie, waarbij twee sporen tegelijk nodig zijn voor dezelfde opname, worden er twee afzonderlijke magneetkoppen in toegepast, die boven elkaar in een houder zijn gemonteerd.

De figuren 12 en 13 geven duidelijk aan, hoe vier sporen kunnen worden afgetast. Bij stereofonische opnamen worden twee sporen tegelijk gebruikt voor het linker en rechter gedeelte van het geluidsbeeld, nl. de sporen 1

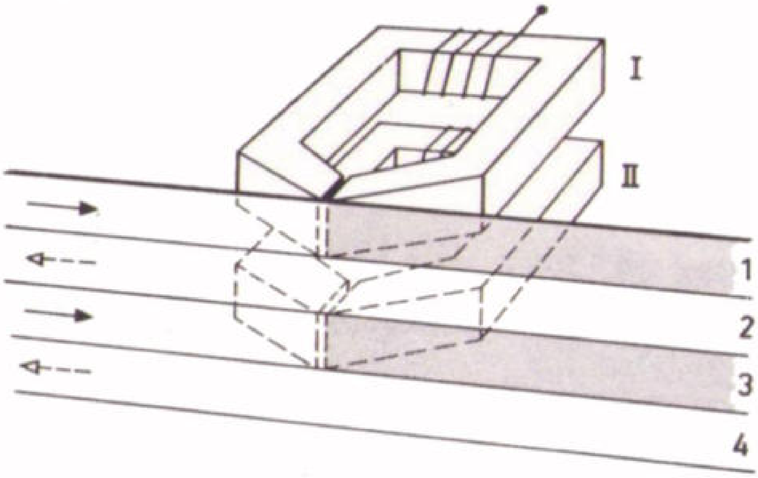


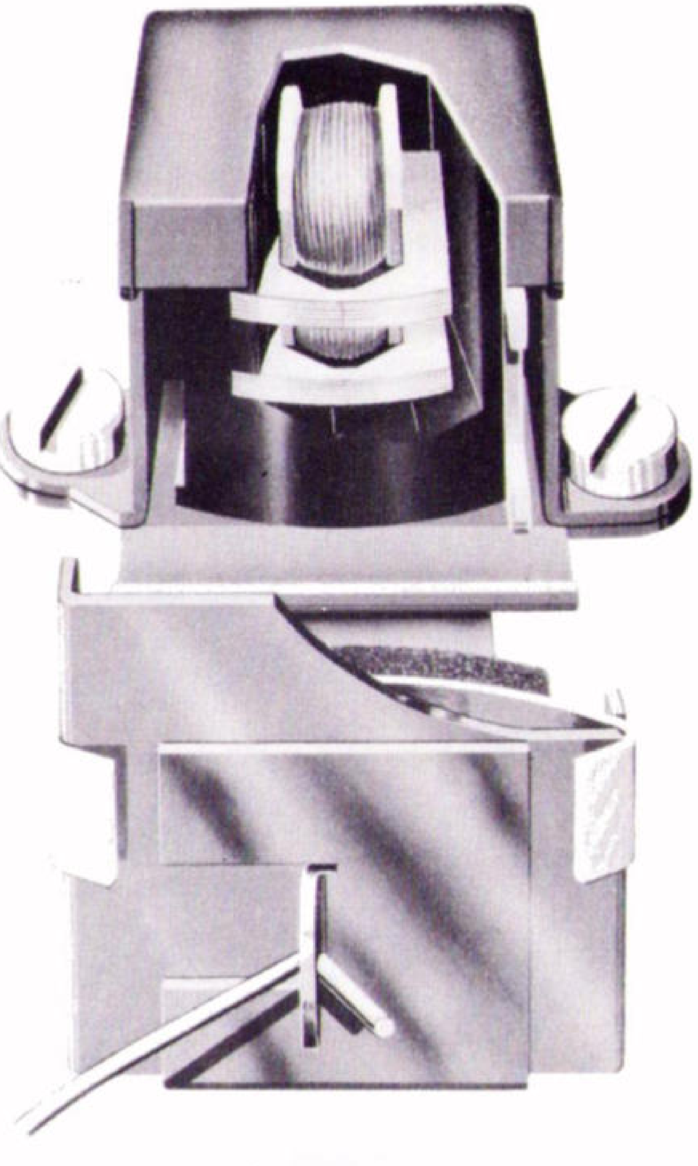
Fig. 13. Registratie van meerdere sporen op één band . . .

en 3. Indien men daarna de spoelen omwisselt en omgekeerd op de recorder plaatst, kunnen ook de sporen 4 en 2 worden gebruikt. Bij normaal, niet-stereofonisch, gebruik van de recorder is per keer slechts één spoor nodig, waarover men naar keuze kan beschikken door middel van een schakelaar, in combinatie met het omkeren van de spoelen.

Nevenstaande tabel geeft de meest gebruikelijke bandlengten aan met daarbij de speelduur die bij verschillende zgn. amateursnelheden ontstaat.

Hieruit blijkt tevens de verhouding in speelduur tussen standaardband, langspeelband, dubbelspeelband en triple-band, nl. 1-1½-2-3.

DE MAGNEETKOP



De opneem /weergeefkop is in principe een U-vormige elektromagneet : de spanningswisselingen in de spoeltjes veroorzaken een wisselend magnetisch veld in de kern. Hierdoor worden de ijzerdeeltjes van de band gefixeerd in een bepaald patroon.

Bij het weergeven veroorzaakt dit magnetische patroon een magnetisch veld in de opneem/weergeefkop, waardoor spanningen worden opgewekt in de spoel.

Het magneetsysteem, is ondergebracht in een huis van araldite hars. Het geheel is omgeven door een „Mu"-metalen afscherming om bromstoringen van de motor en voedingstransformator tegen te gaan.

In de 4-sporen bandrecorder is een 4-sporen opneem/weergeefkop gemonteerd. Dit houdt in, dat twee magneet-systemen boven elkaar zijn aangebracht. Deze systemen worden bij mono opnemen of weergeven apart gebruikt. Bij stereo opnemen of weergeven worden ze beide gebruikt. Elk van de systemen gebruikt 1 mm van de bandbreedte. Dat wil dus zeggen, dat over de gehele bandbreedte 4 geluidssporen, gescheiden door neutrale zones van 0,75 mm, boven elkaar komen te liggen.

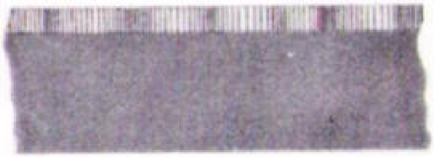
Weergeven

Een gemagnetiseerde band waarop een aantal opnamen zijn vastgelegd, wordt met een constante snelheid langs de opneem/weergeefkop (*G*) gevoerd. De snelheid moet hierbij gelijk zijn aan de snelheid waarmee de opname is gemaakt. De gemagnetiseerde band veroorzaakt in de opneem/weergeefkop magnetische trillingen. Deze trillingen worden in de opname/weergavekop omgezet in elektrische trillingen. Daarna worden ze versterkt en naar de luidspreker geleid. De luidspreker zet de elektrische trillingen om in luchttrillingen. Deze trillingen variëren op dezelfde wijze als de oorspronkelijke luchttrillingen die door de microfoon zijn opgenomen. Hetzelfde geluid dat werd opgenomen wordt dus ook weergegeven.

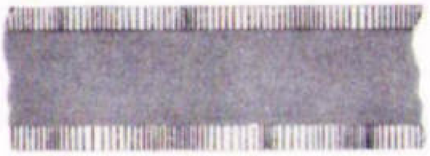
OPNAME-PRINCIPE VAN HET VIER-SPOREN SYSTEEM

Spoorindeling (op de band bij een vier-sporenrecorder)

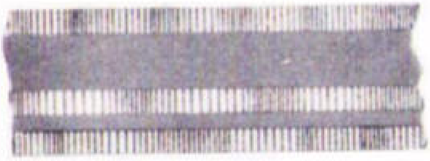
De sporen op de band worden van boven naar beneden genummerd van 1 tot en met 4.



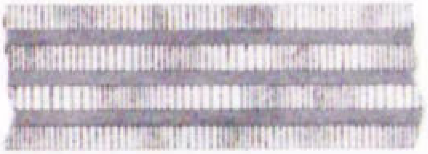
A. Spoor 1 is opgenomen door het bovenste magneetsysteem. Schakelaar (*L*) in de stand „1 — 4".



B. Nadat de band is omgedraaid, is spoor 4 opgenomen door het bovenste magneetsysteem. Schakelaar (*L*) in de stand „1 — 4".

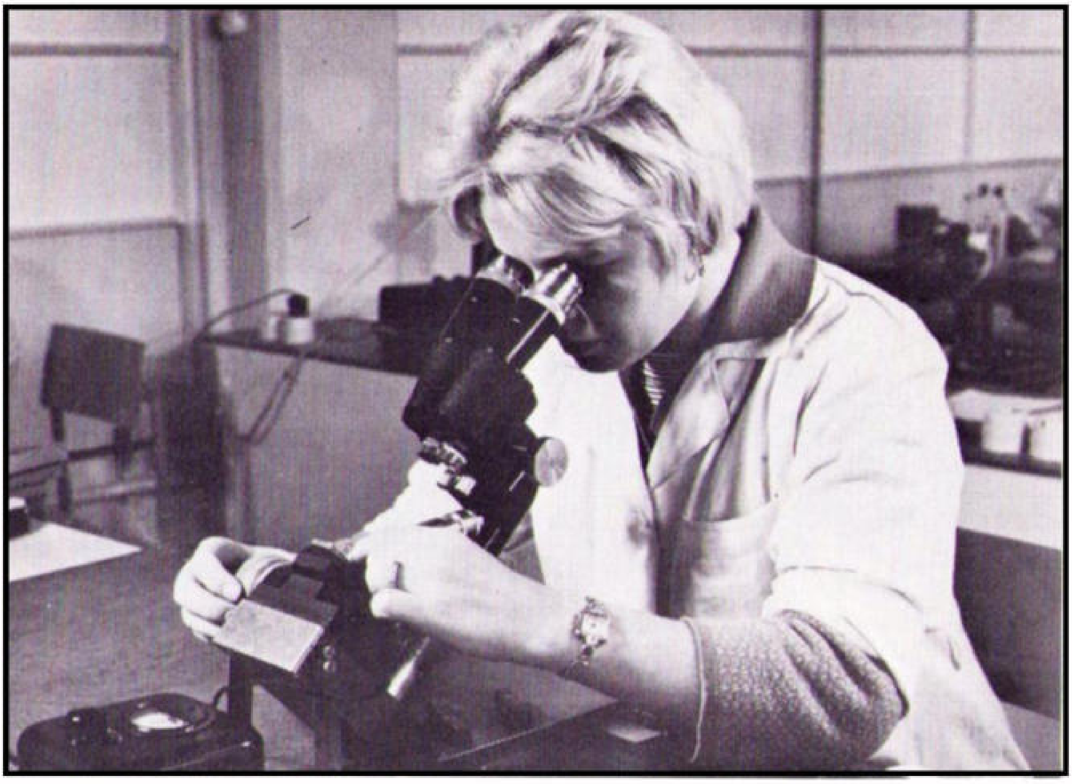


C. Nadat de band weer is omgedraaid, is spoor 2 opgenomen door het onderste magneetsysteem. Schakelaar (*L*) in de stand „3 — 2".

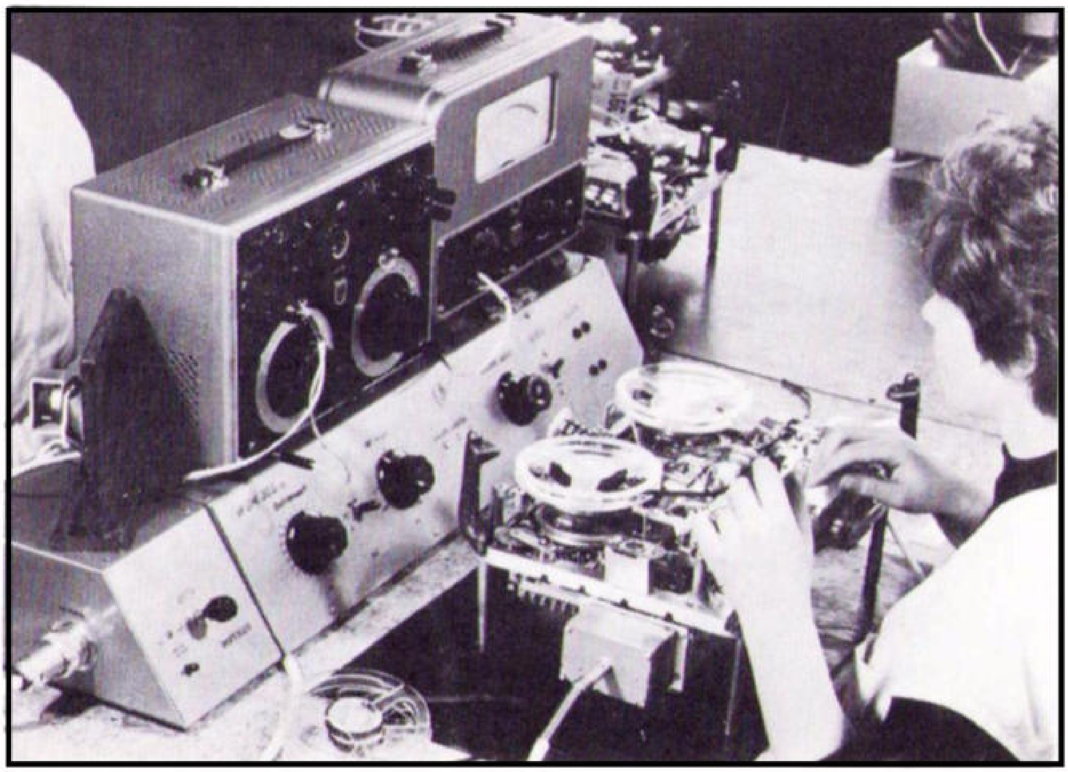


D. Spoor 3 tenslotte is opgenomen door het onderste magneetsysteem, nadat de band weer is omgedraaid. Schakelaar (*L*) in de stand „3 — 2".

Foto 8

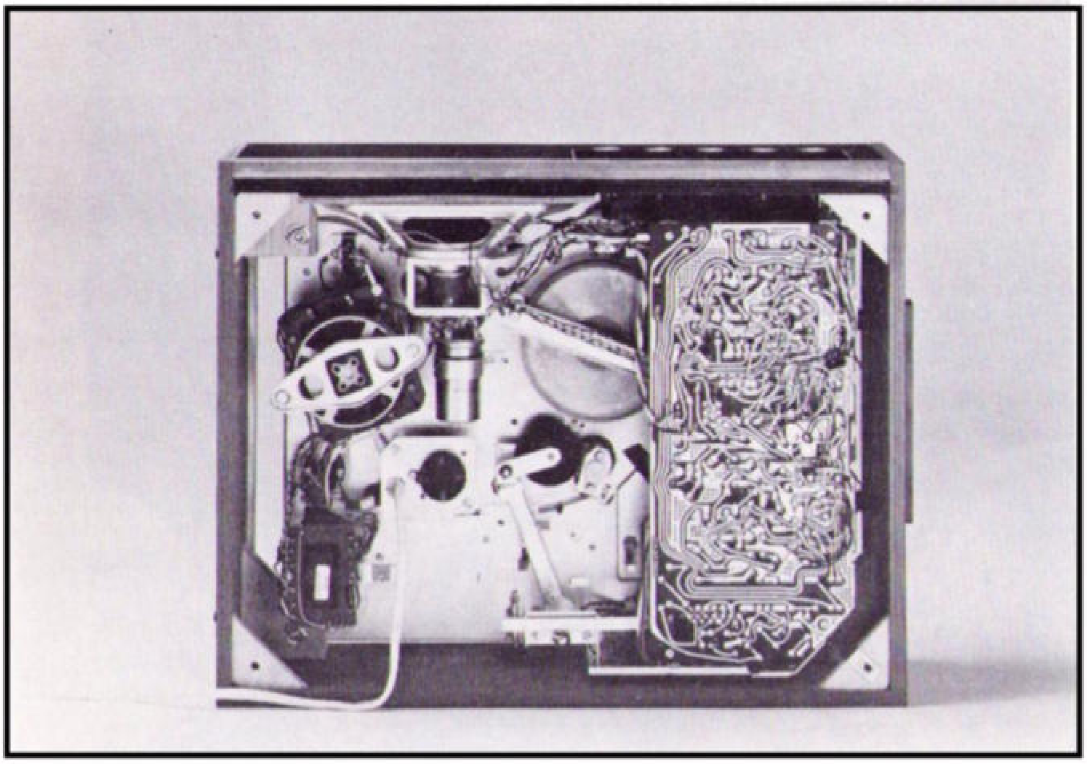


Contrôle van de afmetingen en de stand van de luchtspleet in de magneetkop.



Eindcontrôle van een recorder-chassis, alvorens het in de koffer wordt gemonteerd.

Het testen van eigenschappen van magnetisch band



4-Snelheden recorder met afgenomen bodemplaat; rechts is de gedrukte bedrading zichtbaar.

Bandsoort	Spoel-diameter		Gemiddelde lengte		Ononderbroken speelduur *per geluidsspoor* in minuten			
					2,4 cm 15/16"	4,75 cm 1⅞"	9,5 cm 3¾"	19 cm 7½"
Standaardband	8 cm	3"	45 m	150 ft	30	15	7½	3¾
	10 cm	4"	90 m	300 ft	60	30	15	7½
	13 cm	5"	180 m	600 ft	120	60	30	15
	15 cm	5¾"	270 m	900 ft	180	90	45	22½
	18 cm	7"	360 m	1200 ft	240	120	60	30
Langspeelband	8 cm	3"	65 m	210 ft	45	22½	11	5½
	10 cm	4"	135 m	450 ft	90	45	22½	11
	13 cm	5"	270 m	900 ft	180	90	45	22½
	15 cm	5¾"	360 m	1200 ft	240	120	60	30
	18 cm	7"	540 m	1800 ft	360	180	90	45
Dubbelspeelband	8 cm	3"	90 m	300 ft	60	30	15	7½
	10 cm	4"	180 m	600 ft	120	60	30	15
	13 cm	5"	360 m	1200 ft	240	120	60	30
	15 cm	5¾"	540 m	1800 ft	360	180	90	45
	18 cm	7"	730 m	2400 ft	480	240	120	60
Triple-band	8 cm	3"	130 m	420 ft	90	45	22½	11
	10 cm	4"	270 m	900 ft	180	90	45	22½
	13 cm	5"	540 m	1800 ft	360	180	90	45

Totale speeltijd per spoel:

4 sporen mono: tijden uit de tabel met 4 vermenigvuldigen.
4 sporen stereo: tijden uit de tabel met 2 vermenigvuldigen.
2 sporen mono: tijden uit de tabel met 2 vermenigvuldigen.
2 sporen stereo: tijden zoals aangegeven.

N.B. Standaardband is wegens zijn grote stugheid voor vier-sporen recorders minder geschikt.

C. HET ELEKTRO-MAGNETISCH PROCES

Magneetkoppen

De band passeert gedurende het opneemproces de polen van een elektromagneet. De ruimte tussen deze polen wordt de luchtspleet genoemd. Deze is zeer smal, in vele gevallen slechts 0,002 mm (2 micron). De polen of poolschoenen van de kop lopen uit in spitse punten, teneinde in de spleet een meer geconcentreerd magnetisch veld te krijgen.

In de kern van de magneetkop van een recorder is in plaats van weekijzer een beter magnetisch geleidend soort van metaallegering toegepast. Een kop met dit zgn. „Mu-metaal" is 150 maal gevoeliger dan een kop met een weekijzeren kern. „Mu-metaal" is samengesteld uit ijzer, nikkel, kobalt en chromium.

De kern wordt opgebouwd uit kleine plaatjes of lamellen, met een dikte van ongeveer 0,2 mm, die onderling zijn geïsoleerd. De reden hiervoor is, dat er anders tijdens het magnetiseerproces wervelstromen zouden optreden, die in het magnetisch materiaal van de kop zelf worden opgewekt. Deze elektrische stromen zetten zich dan om in energieverliezen in de vorm van warmte. Door toepassing van geïsoleerde lamellen wordt dit verschijnsel nu zoveel mogelijk vermeden.

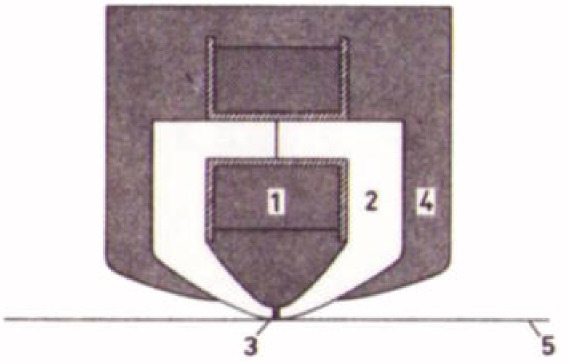


Fig. 14. De magneetkop.

1. spoel; 2. magneetkern; 3. luchtspleet; 4. huis van kunsthars; 5. band.

De plaats waar de band in contact komt met de polen van de magneet, is zeer kritisch. In de eerste plaats moet de kop hier volkomen glad gepolijst zijn, en moet de rand van de spleet goed strak zijn voor een duidelijke optekening. Tussen de beide polen is een plaatje berylliumkoper aangebracht, dat het o.a. mogelijk maakt de spleetbreedte nauwkeurig in te stellen. Tevens wordt hiermee voorkomen, dat de spleet zich in de loop van de tijd opvult met deeltjes ijzeroxyde, waardoor magnetische kortsluiting zou ontstaan, resulterende in een zwakkere optekening van het geluidssignaal.

De magneetkop is in zijn geheel ingegoten in kunsthars (plastiek) en voorts afgeschermd met een omhulling van „Mu-metaal" met een dikte van ongeveer 1 mm.

Het instellen van de kop op de recorder is van groot belang. Wanneer

bijvoorbeeld de spleet niet precies loodrecht op de looprichting van de band staat, zal dit een verlies van hoge tonen met zich meebrengen.

Bij de fabricage van recorders wordt de kop ingesteld met behulp van een testband, waarop zeer nauwkeurig loodrecht op de looprichting van de band een hoge frequentie is opgetekend. Bij het afspelen van deze testband, kan men aan de hand van een aan de uitgang van de weergeefversterker verbonden wisselspanningsvoltmeter zien of de kop zich op de juiste hoogte bevindt en of de spleet inderdaad loodrecht op de looprichting van de band staat.

De meeste recorders, ook van hoge kwaliteit, zijn tegenwoordig uitgerust met een gecombineerde opneem/weergeefkop.

Professionele recorders, zoals gebruikt in radiostudio's, hebben een afzonderlijke opneem- en weergeefkop. Men kan daardoor onmiddellijk — d.w.z. een fractie van een seconde na de opname — afluisteren, of deze aan alle eisen voldoet. Overigens worden er in studio's aan de opneemkop en weergeefkop ook technisch verschillende eisen gesteld.

Wissen

De wiskop, die de band vóór de nieuwe opname magnetisch neutraal maakt, heeft een brede spleet teneinde een goed in de band doordringend magnetisch veld te verkrijgen, en wordt gevoed met een krachtige hoogfrequente wisselstroom uit de oscillator.
Het hierdoor ontstane wisselveld brengt de magneetdeeltjes op de band in snelle opeenvolging tot het maximum van hun magnetische verzadiging en weer terug naar nul.

De magnetische toestand van de ijzerdeeltjes op de band is nu totaal verstoord, m.a.w. de band is ontmagnetiseerd en geschikt voor het nieuwe signaal.
Een eis, die aan het wisproces moet worden gesteld, is dat de band volledig wordt ontdaan van achtergrondgeruis. De wisselspanning heeft derhalve een frequentie, die ver boven het hoorbare gebied ligt. (boven de 30 000 Hz.)

Voormagnetisatie

Wij willen thans gewag maken van een uiterst belangrijke functie, ter verhoging van de geluidskwaliteit.

In het opneemproces vindt in de opneemkop tegelijkertijd een *hoogfrequente voormagnetisatie* plaats. Het blijkt namelijk dat men door op een geluidssignaal een signaal van hoge frequentie te „superponeren" de magnetische registratie aanzienlijk kan verbeteren. Dit hoogfrequente wisselveld wordt in de recorder door een oscillatorbuis opgewekt en bedraagt ongeveer het vijfvoudige tot tienvoudige van de hoogste frequentie van het eigenlijk op te nemen signaal. Men gebruikt in het algemeen signalen van 40 000 tot 80 000 Hz, dus onhoorbare frequenties.

De voornaamste reden voor het gebruiken van hoogfrequente voormagnetisatie is, dat de waarde van het blijvende of remanente magnetisme op de band niet precies gelijk is aan die van het oorspronkelijke magnetische veld, dat opgewekt wordt door de stromen in de kop. Bij zwakke magnetische velden zou er zelfs helemaal geen magnetisme op de band achterblijven, terwijl er bij sterke velden ergens een verzadiging optreedt waarbij de remanentie niet meer toeneemt. Zachte passages zouden niet meer worden weergegeven en het geluid zou bij zware passages sterk vervormd worden.

Het hoogfrequent magnetisch wisselveld werkt zodanig op de magnetische eigenschappen van de band, dat een dergelijke oorzaak van vervorming wordt voorkomen. De gevoeligheid van het ijzeroxyde wordt er als het ware door verhoogd. Dit verschijnsel zal later nog nader theoretisch worden verklaard.

De magnetische band

Bij het opneemproces richten de deeltjes ijzeroxyde (doorgaans het zgn. gamma-ferro-oxyde ($\gamma\, Fe_2\, O_3$) op de band zich naar een patroon van verticale strepen, waarvan de afstand correspondeert met de magnetische trillingen resp. de geluidsfrequenties.

De kwaliteiten en eigenschappen van de magnetische band hangen ten nauwste samen met die van de magneetkoppen.
De eerste eis voor een goede geluidsband is de uniformiteit in dikte van de magnetische laag. Elke onregelmatigheid kan leiden tot slechte registratie en reproductie. Het ijzeroxyde moet gelijkelijk over de bandoppervlakte verdeeld zijn, niet alleen over de breedte, maar ook over de gehele lengte. De laag moet dun zijn, om dezelfde gevoeligheid voor hoge als voor lage frequenties mogelijk te maken. Voorts moet de band gemakkelijk gewist kunnen worden.

Indien aan al deze primaire eisen is voldaan, kan men zeggen dat de magnetische band voor de gemiddelde recorder geschikt is. Het spreekt echter vanzelf, dat er nog tientallen specifieke eisen zijn, die vooral actueel worden, wanneer speciale types recorders, bv. professionele, gebruikt worden. Hiervoor bestaan dan ook aparte soorten professionele band.

Het contact tussen de gevoelige (doffe) zijde van de band en de kop moet zo goed mogelijk zijn. Als de band niet dicht tegen de kop ligt, is bij het weergeven de geluidssterkte van de hoge tonen aanmerkelijk geringer, doordat het veld van de magnetische ladinkjes zich buiten de kop om sluit. Duizendste millimeters spelen hier al een rol.
Een wisselend contact veroorzaakt veranderingen in de stroom, die resulteren in vervorming en bijgeluiden. Het contact wordt zonder meer slecht door de aanwezigheid van stof en vuil op de koppen.

Hieruit volgt wel zonder meer, dat bij de mechanische eigenschappen van

de magnetische band de soepelheid van de plastische basislaag een eerste vereiste is. Daarnaast moet de band sterk genoeg zijn om de trekkracht van elk normale recorder-aandrijving te weerstaan. Hij mag, ook bij snel remmen van het mechanisme, niet breken. Voorts mag hij niet rekken of krullen. Gekrulde banden geven „fladderende" weergave. Gerekte banden geven een lagere toon, daar immers de transporttijd dan langer is geworden. De band moet verder mechanisch niet aangetast worden door temperatuurschommelingen en vochtigheid. Het ijzeroxyde moet hecht aan de onderlaag bevestigd zijn, zodat de ijzerdeeltjes niet kunnen loslaten en eventueel de spleet van de magneetkop verontreinigen. De magnetiseerbare laag van de band word gewalst, waardoor hij gladder en homogener wordt en waardoor bij het glijden over de koppen noch aan de band zelf noch aan de kop slijtage van betekenis kan optreden. De deeltjes ijzeroxyde hebben gemiddeld een lengte van minder dan 1 micron en een dikte van 1/10 hiervan.

Magnetisch gesproken, moeten de ijzerdeeltjes zo fijn zijn, omdat dan ook uiterst snelle wisselingen in frequentie natuurgetrouw kunnen worden geregistreerd. De remanentie en de coërcitie worden bepaald door de kwaliteit van het oxyde.

Behalve van magnetisch en mechanische eigenschappen spreekt men bij banden van elektro-akoestische eigenschappen. Belangrijk is de afwezigheid van ruis en een gelijkmatige gevoeligheid, waardoor alle frequenties, ook wanneer men verschillende soorten band door elkaar gebruikt, egaal worden weergegeven.

Een band moet tenslotte een gering kopieereffekt hebben. Hieronder verstaat men de eventuele overdracht van de magnetisering van de ene laag van opgespoeld band op de naburige lagen.

Er bestaan vele soorten band. In de eerste plaats verdeelt men ze in homogeen band en twee-lagen band. Bij homogeen band is het magnetisch poeder samengewalst met het dragermateriaal, terwijl het bij twee-lagen band bovenop de drager is aangebracht. Een verdeling die vaker voorkomt, is die naar dragermateriaal, nl. banden op basis van P.V.C. (polyvinylchloride), P.E. (polyester) of cellulose-acetaat. De eerste twee soorten komen vanwege hun grote soepelheid het meeste bij amateurrecorders voor; de laatste praktisch alleen bij de radio-omroep. Tenslotte komen ook papierbanden wel voor, doch deze hebben zoals begrijpelijk vrij slechte eigenschappen.

Een praktische indeling van de verschillende bandsoorten is die van standaardband, langspeelband, dubbelspeelband en triple-band. Hier is vooral sprake van een verschil in dikte van de band, waardoor er meer of minder van op een spoel kan worden gewikkeld. Standaardband heeft een gemiddelde dikte van 52 μ, langspeelband van 35 μ, dubbelspeelband van 26 μ en triple-band van 18 μ.

Kop en band

In kop en band maakt men gebruik van principieel totaal verschillende materialen met verschillende magnetische eigenschappen. De magneetkop moet, teneinde een plaatselijke registratie op de band mogelijk te maken, het magnetisch veld goed kunnen concentreren en derhalve bestaan uit een kern van magnetisch goed geleidend materiaal. Bovendien moet het magnetisme in de kop bij het wegvallen van de stroom direct verdwijnen. Het ijzeroxyde op de band moet daarentegen een permanente magnetisatie verkrijgen en het magnetisme dus vasthouden.
De hieruit voortvloeiende magnetisatieproblemen zijn niet eenvoudig. In het volgende hoofdstuk zal getracht worden er een inzicht in te verschaffen aan de hand van een theoretische beschouwing van het opneem- en weergeefproces.

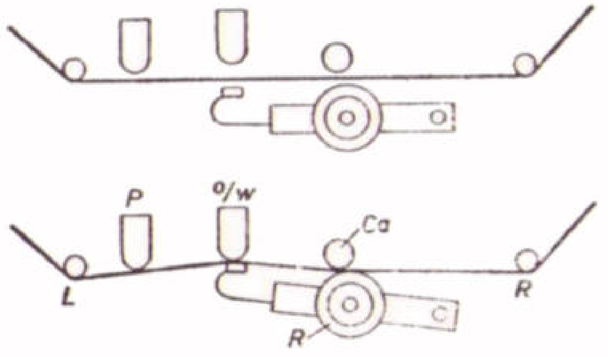


Fig. 15. Hoe met behulp van een aandrukviltje de band in innig contact met de opneem/weergeefkop gebracht kan worden.
L en *R* zijn de linker en de rechter geleidepennen. *P* = wiskop, *o/w* = opneem/weergeefkop, *Ca* = toonas, *R* = rubber aandrukrol, op de arm voorzien van een veer met het aandrukviltje.

Hieronder willen wij echter ingaan op een andere factor met betrekking tot de optimaal mogelijke kwaliteit van de geluidsregistratie, nl. het verband tussen *spleetlengte, bandsnelheid* en *frequentie*. Dit eenvoudig te verklaren verband heeft vooral betrekking op van de golflengte afhankelijke verschijnselen.

Een toon van 10 000 Hz heeft op een band, die met een snelheid van 9,5 cm per seconde voorbij de kop wordt bewogen, een golflengte van 9,5 : 10 000 = 0,00095 cm = 9,5 micron. (Golflengte = snelheid, gedeeld door frequentie). Het is nu gebleken dat een toon, waarvoor de golflengte gelijk is aan de spleetlengte van de kop niet wordt weergegeven, omdat het magnetische circuit van de kop zich dan juist tegenover positieve en negatieve invloeden van gelijke sterkte bevindt, die elkaar neutraliseren. (fig. 16). De luchtspleet in de kop moet steeds korter zijn dan de weer te geven golflengte en niet meer dan 2/3 van de kortste weer te geven golflengte bedragen.
In bovengenoemd geval mag de spleetlengte dus maximaal 6 micron bedragen. Bij moderne recorders is een spleet van 2 of 3 micron geen zeldzaamheid meer, zodat hier een toon van 15 000 Hz bij een snelheid van 4,75 cm/sec nog redelijk kan worden weergegeven.

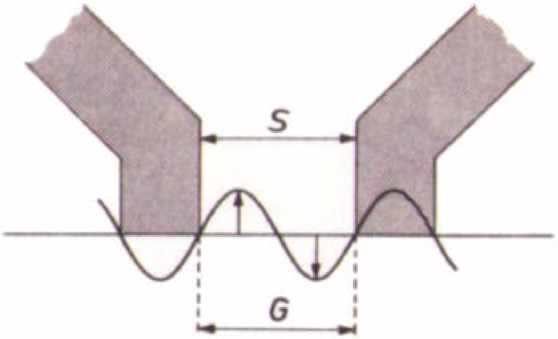


Fig. 16. S = spleetlengte = 9,5 micron; G = golflengte = 9,5 micron; Daar $G = S$ gaat er geen magnetische krachtstroom door de kop en is er dus geen weergave.

Uit het bovenstaande en vooral uit de formule g = s : f volgt nu ook duidelijk, dat bij lagere snelheden én bij hogere frequenties de golflengte kleiner wordt en dat hiervoor dus zeer korte luchtspleten nodig zijn. Ook is hieruit de kritische instelling van de spleet af te leiden, d.w.z. waarom de spleet gedurende het opnemen en weergeven in precies dezelfde stand ten opzichte van de looprichting van de band moet staan. In fig. 17 is getekend, wat er gebeurt wanneer de spleet scheef is ingesteld.

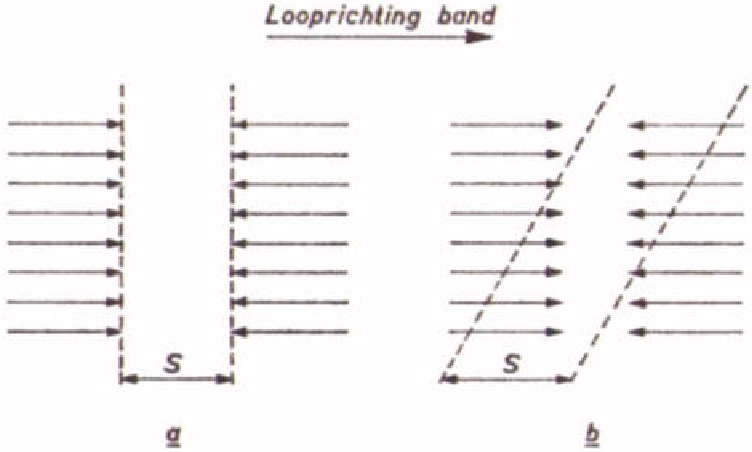


Fig. 17. Rechte en scheve spleetinstelling.
Vooraanzicht van de spleet, door de band heen gezien. In elke vertikale doorsnede, dus loodrecht op het vlak van de tekening moet fig. 16 gelden.

a. *Rechte spleet.* In alle doorsneden van de band zijn de positieve en negatieve invloeden op hetzelfde tijdstip van gelijke sterkte en richting.
b. *Scheve spleet.* Hier zijn de genoemde invloeden niet op hetzelfde tijdstip van gelijke sterkte en richting, dus compenseren elkaar.
Hierdoor ontstaat vervorming van het geluidsbeeld.

Vervorming en stoorsignalen

Behalve *lineaire vervorming* (zie de komende hoofdstukken over geluidskwaliteit en over het elektronisch proces) spreken we bij magnetische geluidsregistratie van *niet-lineaire vervorming,* die ontstaat bij te sterke

registratie. De verzadigingsgrens wordt dan overschreden (overmodulatie) en het betreffende vervormingsverschijnsel uit zich in harmonische vervorming (het ontstaan van ongewenste boventonen — „harmonischen" — van één bepaalde in het geluidssignaal aanwezige frequentie) en intermodulatievervorming (het ontstaan van ongewenste niet-harmonische combinatietonen van twee of meer in het geluidssignaal aanwezige frequenties). Door de verzadigingsgrens *is de maximum toelaatbare registratiesterkte bepaald.*

De ongemagnetiseerde band is niet geheel onmagnetisch. De daarin aanwezige magneetjes houden elkaar grotendeels in evenwicht, maar de kleine magnetische ladingen heffen elkaar niet volledig op (restmagnetisme). Uit de aldus ontstane resteffekt-inductie in de kop resulteert de *nulruis* of maagdelijke ruis. Deze mag natuurlijk nooit storend hoorbaar worden en het opgenomen geluidssignaal moet sterk zijn ten opzichte van de ruis en minimale stoorafstand hebben. Door deze verhouding *is de minimum toelaatbare registratiesterkte bepaald.*

> De verhouding tussen vervormingsniveau en nulruis, de signaal-ruis verhouding, bepaalt de bruikbare dynamiek van het registratiesysteem (zie ook pag. 38 e.v.).

Voorts onderscheidt men nog de zgn. *modulatieruis,* die eveneens afhankelijk is van de structuur van de magnetische laag. Bij constante magnetisatie varieert het aantal magneetjes wanneer de band niet geheel homogeen is. Daardoor ontstaan veldfluctuaties in de kop, evenredig met de registratiesterkte.

D. THEORIE VAN HET OPNEEM- EN WEERGEEFPROCES

Magnetisatieproces

Ieder magnetisch materiaal is opgebouwd uit elementaire magnetische gebieden, waarvan de magnetisatie zich naar een uitwendig magnetisch veld kan richten. Deze gebieden liggen in een nog ongemagnetiseerd materiaal min of meer chaotisch gericht en die toestand wordt door de onderlinge aantrekking van Noord- en Zuidpolen gehandhaafd. Zie fig. 18.

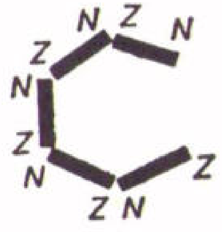


Fig. 18. Ligging van de magnetische gebieden.

Wordt nu bv. door het inschakelen van een stroom in een spoel rondom het magnetisch materiaal (bv. een ijzerkern) een uitwendig magnetisch veld aangelegd, dan zal dit veld bij kleine waarden (lage stroom) hoogstens in staat zijn om de evenwichtstoestand van de magnetische gebieden enigszins te vervormen. Bij het wegvallen van de stroom keert de evenwichtstoestand weer terug, zoals bij een gespannen veer die wordt losgelaten. Eerst wanneer het uitwendige veld een bepaalde drempelwaarde overschrijdt, gaan bepaalde elementaire magneten — de minst weerstand biedende — zich blijvend richten. Naarmate het veld in sterkte toeneemt worden dat er steeds meer. De magnetisatie neemt ongeveer lineair met het uitwendig veld toe, totdat alle elementaire magneten gericht zijn. Op dat punt kan de magnetisatie niet meer toenemen en is de verzadiging bereikt. Zie fig. 19.

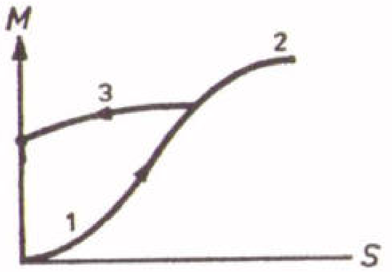


Fig. 19. Verband tussen de magnetisatie (*M*) en toenemende stroom (*S*). 1. Drempelwaarde; 2. verzadiging. Wordt onderweg de stroom uitgeschakeld, dan verloopt de magnetisatie volgens de curve 3.

Wordt de stroom uitgeschakeld, dan valt de magnetisatie niet terug tot nul, maar blijft er een permanent magnetisme in het materiaal over, omdat de elementaire magneetgebieden zich grotendeels blijvend gericht hebben (remanentie).

De permanente magnetisatie is afhankelijk van de grootste waarde, die het uitwendig veld heeft bereikt en is maximaal wanneer het materiaal in de verzadiging is gebracht. Men kan ook zeggen, dat de permanente magnetisatie vrijwel evenredig is met het verschil tussen de topwaarde van de stroom en de drempelwaarde. Dit proces speelt een rol bij het opnemen.

Wordt het uitwendige veld opgewekt door een *wisselstroom* die door een spoel vloeit, dan varieert dit veld tussen een uiterste waarde in de ene richting en dezelfde waarde in tegengestelde richting. Het magnetische materiaal doorloopt bij voldoend sterke stroom dan voortdurend alle toestanden tussen de verzadiging in de ene of andere richting en wanneer wij deze cyclus grafisch voorstellen, ontstaat een zgn. hysteresis-lus. Fig. 20.

De hysteresis-lus wordt slechts geheel doorlopen bij een voldoende sterk wisselveld dat in staat is in beide richtingen de verzadiging te bereiken. Voor het materiaal gezien, neemt bij dalende wisselstroomamplitude het veld nu geleidelijk af, totdat het uiteindelijk nul is en in dat geval blijkt het materiaal magnetisch neutraal, onafhankelijk van de voorgeschiedenis *(wissen)*.

Eigenlijk heeft het materiaal dan een groot aantal hysteresislussen doorlopen van afnemende grootte, hetgeen in de afbeelding schematisch is aangegeven.,

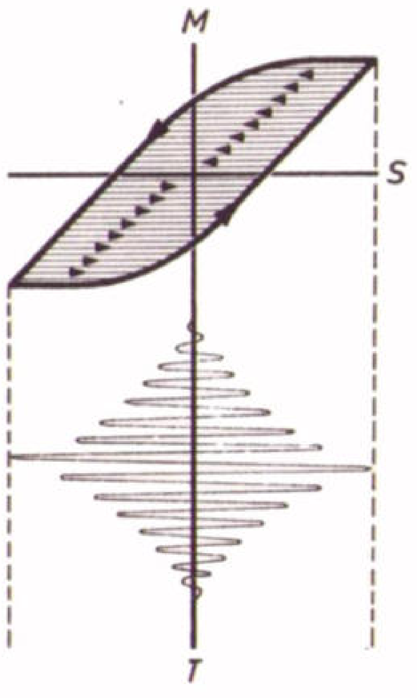


Fig. 20. Hysteresis-lus.

Het verloop van de stroom veroorzaakt een magnetisatie, afwisselend in de ene en dan in de andere richting. *S* = stroom; *T* = tijd; *M* = magnetisatie.

Wisproces

Bij het wissen loopt de band langs de wiskop met spleet, bekrachtigd door een hoogfrequente stroom.
Een bepaald deeltje van de band doorloopt bij het naderen van de spleet een wisselveld met toenemende amplitude, blijft bij het passeren van de spleet constant en neemt na het passeren van de spleet weer af tot nul. De cyclus verloopt als in fig. 20. Indien de maximum ondervonden veldsterkte tot in de verzadiging reikt, is alle voorgeschiedenis uitgewist en is de band weer ontmagnetiseerd. Is de wisveldsterkte te klein, dan wordt een oorspronkelijk sterk geregistreerd signaal niet helemaal gewist. Bij het registreren waren dan ook de moeilijk richtbare gebieden gericht. De wisveldsterkte bij het wisproces bleek niet voldoende om deze gebieden weer te *ontrichten,* zodat de registratie bleef bestaan.

Opneemproces

De band loopt nu langs de opneemkop. Deze heeft een smalle spleet, bekrachtigd door een spoel waardoor een zekere stroom vloeit.
Voorlopig veronderstellen we dat deze stroom alleen een stroom is evenredig met het geluidssignaal. Een bepaald gedeelte van de band doorloopt bij het naderen van de spleet een toenemend magnetisch veld. Het veld blijft bij het passeren constant en neemt daarna weer af.
De tijd dat een deeltje aan het veld blootstaat is zo kort, dat de verandering in het geluidssignaal (wisselstroom) te verwaarlozen is.

Op ieder punt van de band wordt nu een magnetisatie vastgelegd, afhankelijk van de waarde die de stroom had op het moment dat dit punt van de band de spleet passeerde. Zo wordt dus het *geluidssignaal als functie van de tijd* als een daarmee samenhangende *magnetisatie als functie van de bandlengte* geregistreerd.

Zou men inderdaad alleen de signaalstroom aan de kop toevoeren, dan ondervinden we direct een storende invloed van het feit dat pas boven

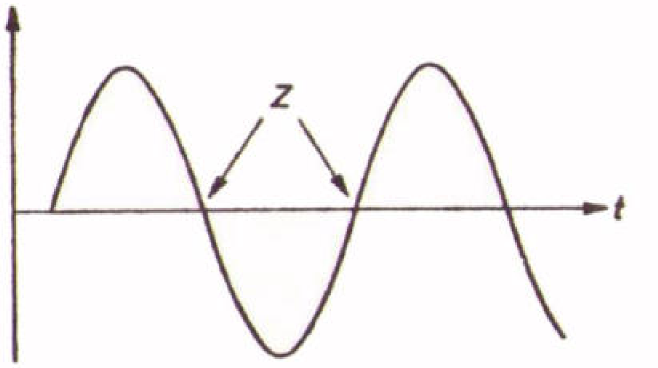


Fig. 21. Verloop van de stroom. Z geeft de nulpunten aan.

een zekere drempelwaarde een magnetisatie optreedt, zoals hiervoor besproken. Immers, alleen vanaf deze drempelwaarde gerekend, verloopt de registratie lineair, althans tot aan de verzadiging. Het gevolg is, dat er een sterke vervorming optreedt, omdat alleen de toppen van het signaal worden geregistreerd en de omgeving van de nulpunten niet. Fig. 21.

Om dit te voorkomen moet een hulpsignaal worden toegevoegd, om het „nulgebied op te vullen'. Dit hulpsignaal (*voormagnetisatie* of *bias*) kan gelijkstroom of h.f. stroom zijn. Fig. 22. Dat een gelijkstroom als

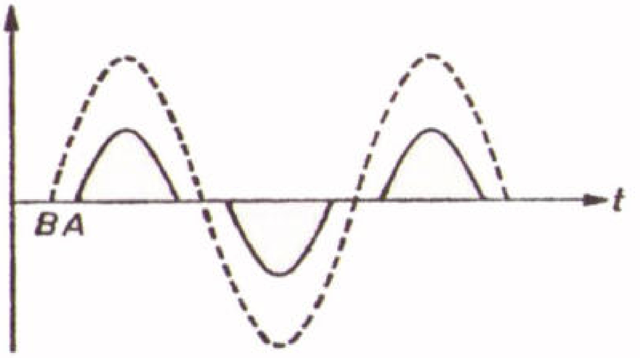


Fig. 22. Magnetisatie van de band tengevolge van de stroom. *A* - wanneer geen voormagnetisatie wordt toegepast. *B* - met voormagnetisatie.

hulpsignaal kan dienen om de drempel te overwinnen zal duidelijk zijn. Dat dit ook kan geschieden met een h.f. wisselstroom is niet op het eerste gezicht aannemelijk. Wat daarbij gebeurt is een uiterst ingewikkeld proces, dat binnen het bestek van dit boek niet nader verklaard kan worden. Het zij de lezer voldoende, dat met een dergelijke hulpstroom een lineair verband kan worden verkregen tussen magnetisatie en geluidssignaal.

Weergeefproces

Bij het opnemen is het elektrisch signaal als functie van de tijd (stroom door de opneemkop) vastgelegd als een wisselende magnetisatie als functie van de bandlengte.

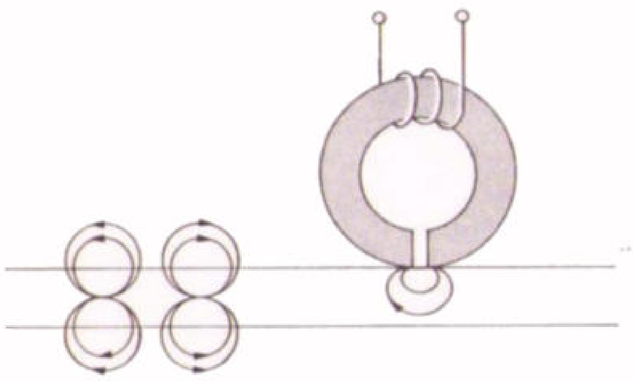


Fig. 23. Concentratie van de krachtlijnen door de kop, bij het weergeven.

Het magnetisch veld van de geregistreerde magneetjes (permanent magnetisch geworden deeltjes ijzeroxyde) sluit zich bij het afspelen gedeeltelijk door de magnetische laag heen, gedeeltelijk door de lucht en door de niet-magnetische drager. Fig. 23. Passeert een geregistreerd magneetje de weergeefkop, dan vinden de uittredende krachtlijnen een magnetisch goed geleidende weg door de kern van de kop. De krachtlijnen zullen zich dus door deze kern concentreren. Beweegt de band, dan wisselt het veld in de kop in sterkte en richting en zal dus in de spoel spanningen induceren. Deze spanning is evenredig met de magnetisatie, maar bovendien evenredig met de snelheid waarmee het veld door de kop varieert, dus naarmate de magneetjes in sneller tempo passeren. De spanning zal dan evenredig zijn met de frequentie van het signaal.

Van de golflengte afhankelijke verliezen

Bij een korte golflengte (hoge frequentie) treedt een verlies op, doordat de magneetjes die in een magnetisch geleidende omgeving liggen (de magnetische laag zelf) door het eigen veld en dat van de aanliggende, naburige magneetjes worden gedemagnetiseerd. Dit effekt (demagnetisatieverlies) is sterker naarmate de magneetjes korter zijn, dus bij korte golflengten. De band beperkt dientengevolge de registratie van korte golflengten, dus van hoge frequenties. Men tracht de band daarom zo te maken, dat de magnetische geleidbaarheid (permeabiliteit) zo klein mogelijk is.
Bij het weergeven treden bovendien de volgende verliezen op, eveneens betrekking hebbende op de weergave van hoge tonen, dus korte golflengten.

In de eerste plaats kan het voorkomen, dat de spleet te lang is en de kortste golflengten niet goed weergeeft. De magneetjes compenseren elkaar dan, zoals in fig. 17. Dit noemt men *spleeteffekt.*

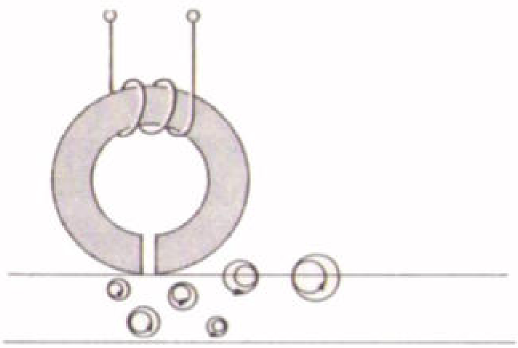


Fig. 24. Verloop van de krachtlijnen bij korte en lange golflengten, voor magneetgebiedjes aan het oppervlak en op grotere diepte.

In de tweede plaats treedt er een zgn. *afstandseffekt* op, d.w.z. dat de dieper gelegen delen in de magnetische laag (zie fig. 24), die op grotere afstand van het kopvlak liggen, bij kortere golflengten slecht „uitgelezen" worden. Men zou kunnen zeggen, dat de uitgelezen banddikte afneemt met de afnemende golflengte. Dit pleit voor een dunne magnetische laag.

E. GELUIDSKWALITEIT EN HET MENSELIJK GEHOOR

In het eerste hoofdstuk werden in het kort enkele natuurkundige en muzikale facetten van het geluid behandeld. Het wordt nu tijd om begrippen als frequentie en geluidssterkte nader in verband te brengen met het menselijk gehoor en met de geluidskwaliteit van elektronische apparatuur.

Intensiteit en luidheid

Met recorders en bijbehorende geluidsinstallaties is een buitengewoon getrouwe benadering te geven van het oorspronkelijke geluid. Om dit te bereiken, is het voor de fabrikant van belang te weten welke rol de in de apparatuur optredende afwijkingen van de exacte weergave bij de waarneming zullen spelen. Daarmede komen we terecht bij de eigenschappen van het menselijk gehoor.
Het gehoor beschikt over een soort van automatische sterkteregeling. Wanneer een sterk geluid het oor treft, wordt automatisch de gevoeligheid van het oor verminderd.
Een duizendmaal sterker geluid wordt derhalve niet als duizend maal zo luid gehoord. Wanneer we spreken over „versterking" zou het daarom gewenst zijn om te definiëren of we de absolute sterkte van het geluid (intensiteit) of de waargenomen indruk (luidheid) bedoelen.

Sterkteverhoudingen

In de geluidstechniek (elektro-akoestiek), waar het meer gaat om het geluidsresultaat dat de gebruiker van de recorder, grammofoon of elektronische versterker *werkelijk* waarneemt, dan om de (theoretische) absolute geluidsintensiteit, rekent men daarom met een maat voor geluidssterkteverhoudingen die is aangepast aan het gedrag van het menselijk gehoor. Men blijft daarbij echter wel van „geluidssterkte" spreken.

Volgens de Wet van Weber-Fechner neemt de luidheidsindruk met de logarithme van de geluidssterkte toe. Men drukt derhalve de verhouding van geluidssterkten uit in de logarithme daarvan, met grondtal 10.

De grootheid die in de elektro-akoestiek voor de sterkteverhouding wordt gebruikt is de bel. Om praktische redenen (de bel is een grote maat) noteert men meestal in 1/10 bel = 1 decibel, afgekort dB. Een twee maal zo sterk geluid is 0,3 bel of 3 dB sterker.

De luidheidsindruk is sterk afhankelijk van de toonhoogte, vooral bij laag geluidsniveau (onderzoekingen van Fletcher). Voor een lage toon is een veel hoger geluidsniveau nodig dan voor een hoge toon om eenzelfde luidheidsindruk te geven. Hieruit volgt, dat lage tonen bij geluidsweergave zeer kritisch zijn, vooral wanneer men het hele niveau minder sterk maakt dan dat van het oorspronkelijke geluid (vgl. de sterkte van de weergave in de huiskamer met die van een vol orkest in de concertzaal. Dat dit consequenties heeft voor allerlei soorten van geluidsapparatuur is wel duidelijk.

Bij muziekweergave in de huiskamer zullen de lage tonen dus moeten worden opgehaald om de oorspronkelijke klankkleur te bewaren. In sommige recorders vindt men een dergelijke compensatie in de vorm van de zgn. fysiologische volumeregeling.

Bij weergave van spraak, die meestal luider geschiedt dan oorspronkelijk, dienen de lage tonen daarentegen te worden verzwakt. Dit ziet men door kritische luisteraars instinctief gebeuren wanneer zij de klankkleurregelaar van radio of recorder naar „minder lage tonen" draaien.

Frequentiekarakteristiek en decibel

Evenals bij instrumenten en stemmen, spreken we van het frequentiebereik van een recorder, dat tot uitdrukking komt in een *frequentiekarakteristiek*. In hoofdstuk 1 werd reeds vermeld dat frequenties worden gemeten in Hertz.

De frequentiekarakteristiek is een grafische voorstelling van de versterking of weergave van de geluidsfrequenties. Op de horizontale as van een dergelijke kromme worden op logaritmische schaal, dus aangepast aan het gehoor, de frequenties (in Hz) uitgezet; op de vertikale as de sterkteverhoudingen in decibels.

De decibel, waarvan we zagen dat hij bij de vergelijking van twee

geluidsniveaus (uitgedrukt in daarmee corresponderende elektrische versterkervermogens) moet aangeven hoeveel maal het ene geluid sterker is dan het andere, is dus een relatieve maatstaf, die absoluut kan worden gemaakt door als nulpunt (0 dB) te nemen het (absolute) geluidsniveau van de zwakste toon van 1000 Hz die het normale gehoor nog kan onderscheiden, gedefinieerd als 0 foon.

De *gehoordrempel* ligt bij een luidheid van 0 foon. De *pijngrens* — zo grote luidheid, dat het een pijnlijke gewaarwording geeft — ligt bij 130 foon en deze toestand wordt genomen als hoogste waarde in de schaal. Tussen 0 en 130 foon liggen alle normale geluidssterkten, van „bijna stilte" tot „hels lawaai". Zie ook hoofdstuk I.

Als men nu aangeeft, dat een recorder een frequentiekarakteristiek heeft van 60 tot 13 000 Hz — 5 dB, dan betekent dit dat gemeten bij deze beide uiterste frequenties, het versterkervermogen, resp. het volume (de geluidssterkte) bij weergeven 5 dB is afgevallen. Wanneer van een dergelijk toestel wordt aangegeven 60-13 000 Hz ± 3 dB dan varieert de geleverde geluidssterkte niet meer dan tussen de 3 dB boven en 3 dB beneden die bij de referentiefrequentie van 1000 Hz en bedraagt de totale variatie hoogstens 6 dB binnen het frequentiegebied van 60-13 000 Hz. De grootste variaties komen voor in de hoge en lage frequenties. Een geleidelijk verloop van de frequentie-karakteristiek met een variatie van ± 3 dB leidt niet tot hoorbare verandering van het klankbeeld.

De frequentiekarakteristiek wordt meestal elektrisch gemeten, d.w.z. van ingang tot uitgang van de recorder („overall" frequentiekarakteristiek). Men kan ook het hele circuit van (bijgeleverde) microfoon tot en met (ingebouwde) luidspreker van de recorder akoestisch meten en spreekt dan van de akoestische frequentiekarakteristiek. Deze kan worden beïnvloed doordat de microfoon in de praktijk dikwijls door een exemplaar met geheel andere eigenschappen wordt vervangen en in plaats van de ingebouwde, kleine afluisterluidspreker voor kwaliteitsweergave grotere luidsprekers in grotere kasten of op grotere klankborden in aanmerking komen.

Dynamiek

De gehoordrempel van 0 foon is vastgesteld bij een volmaakt stille ruimte. In een huiskamer of concertzaal met rustig publiek heerst echter ca. 43 foon stoorgeruis, waardoor het oor enigszins wordt verdoofd. De gehoordrempel verschuift dientengevolge naar ca. 25 foon. Daar geluiden van meer dan 100 foon voor het oor niet meer muzikaal aanvaardbaar zijn, bedraagt de voor spraak en muziek bruikbare *dynamiek* van het oor slechts ca. 75 dB. De dynamiek van orkestmuziek is ongeveer 70 dB, die van spraak ongeveer 40 dB (fig. 25).

Onder dynamiek verstaan we dus in de praktijk de verhouding tussen het sterkste fortissimo en het zwakste pianissimo. In elektro-akoestische ter-

men is de dynamiek de verhouding in dB tussen vervormingsniveau en eigen stoorniveau en deze wordt bij recorders dus bepaald door de signaal-ruis verhouding.

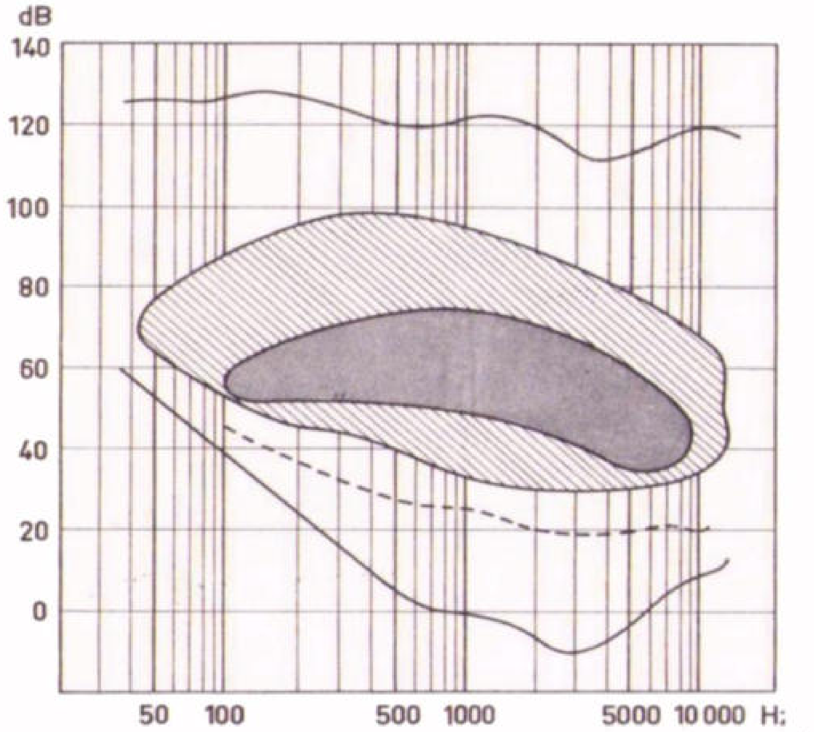


Fig. 25. Gehoordiagram, waarin aangegeven het gebied van spraak (gestippeld) en symphonische muziek (gearceerd). De bovenste lijn is de pijngrens, de onderste lijn de gehoordrempel. De onderste stippellijn geeft de gehoordrempel aan bij een stoorgeruis van 43 foon (huiskamer met bewoners, zaal met rustig publiek).

Bij het maken van professionele opnamen, zoals die voor grammofoonplaten en voorbespeelde banden, vindt meestal een zekere dynamiekcompressie plaats om moeilijkheden door beperkingen in het technische dynamiekbereik te voorkomen. Daarbij worden de zachtere passages op een hoger niveau geregistreerd dan met het originele geluid overeenkomt, teneinde ook voor deze gedeelten een bevredigende signaal-ruis verhouding te verkrijgen. In de zeer luide passages wordt de sterkte wat verminderd, om overmodulatie te voorkomen.

De maatstaf voor kwaliteit

Van groot belang voor goede geluidsopname en reproductie is, als wij het bovenstaande nog eens samenvatten, een natuurgetrouwe weergave van spraak en muziek met volledige frequentiespectrum, in de oorspronkelijke sterkteverhoudingen, dus met volledige dynamiek. Afwijkingen van de spectrumoverdracht heten *lineaire vervorming* en worden uitgedrukt door overeenkomstige afwijkingen in de horizontale lijn in de frequentiekarakteristiek. Men zegt dan ook, dat de frequentiekarakteristiek zo vlak of zo recht mogelijk moet zijn.

Het is overigens al wel gebleken dat „geluidskwaliteit", hoezeer ook bepaald door de kwaliteit van, in ons geval, het registratiesysteem, door allerlei eigenschappen van het gehoor een subjectief begrip is. Men kan geluidskwaliteit derhalve nooit in een exact getal uitdrukken. De beste definitie, die wij tot op heden aan-

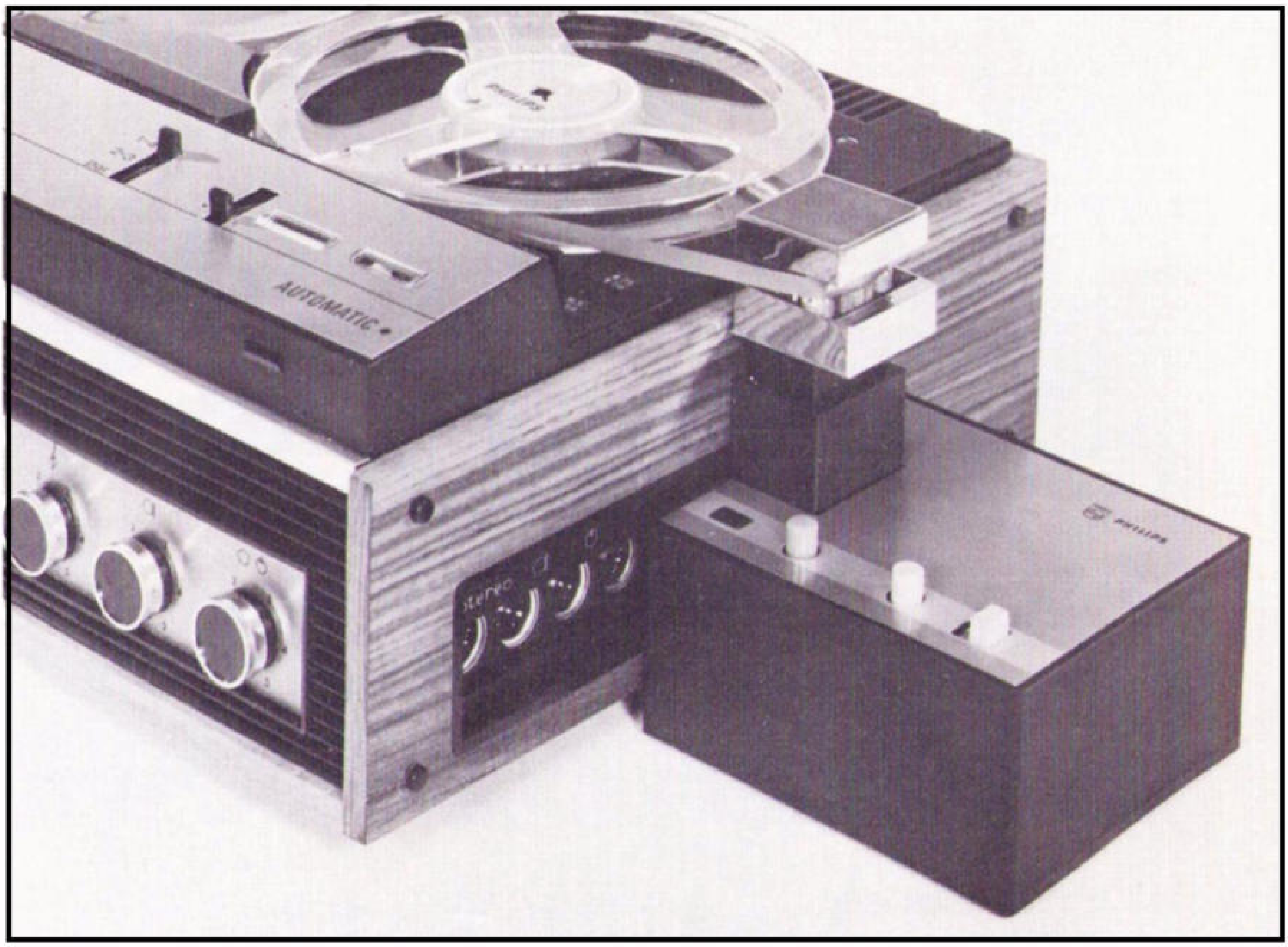


Foto 13 Plaatsing van het diastuurapparaat naast de recorder.

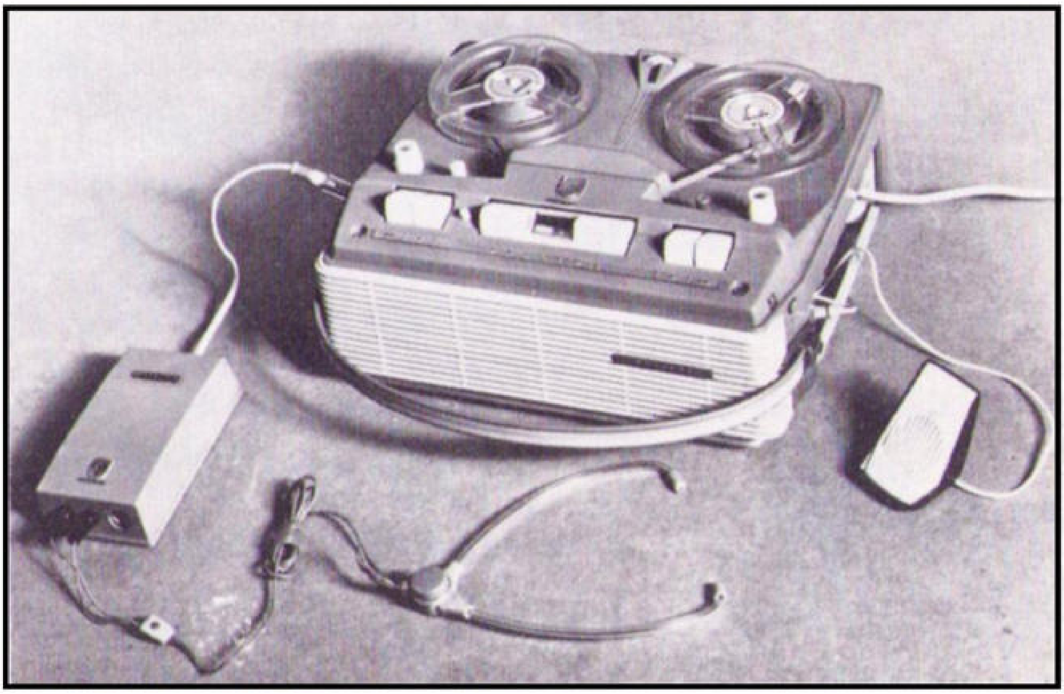
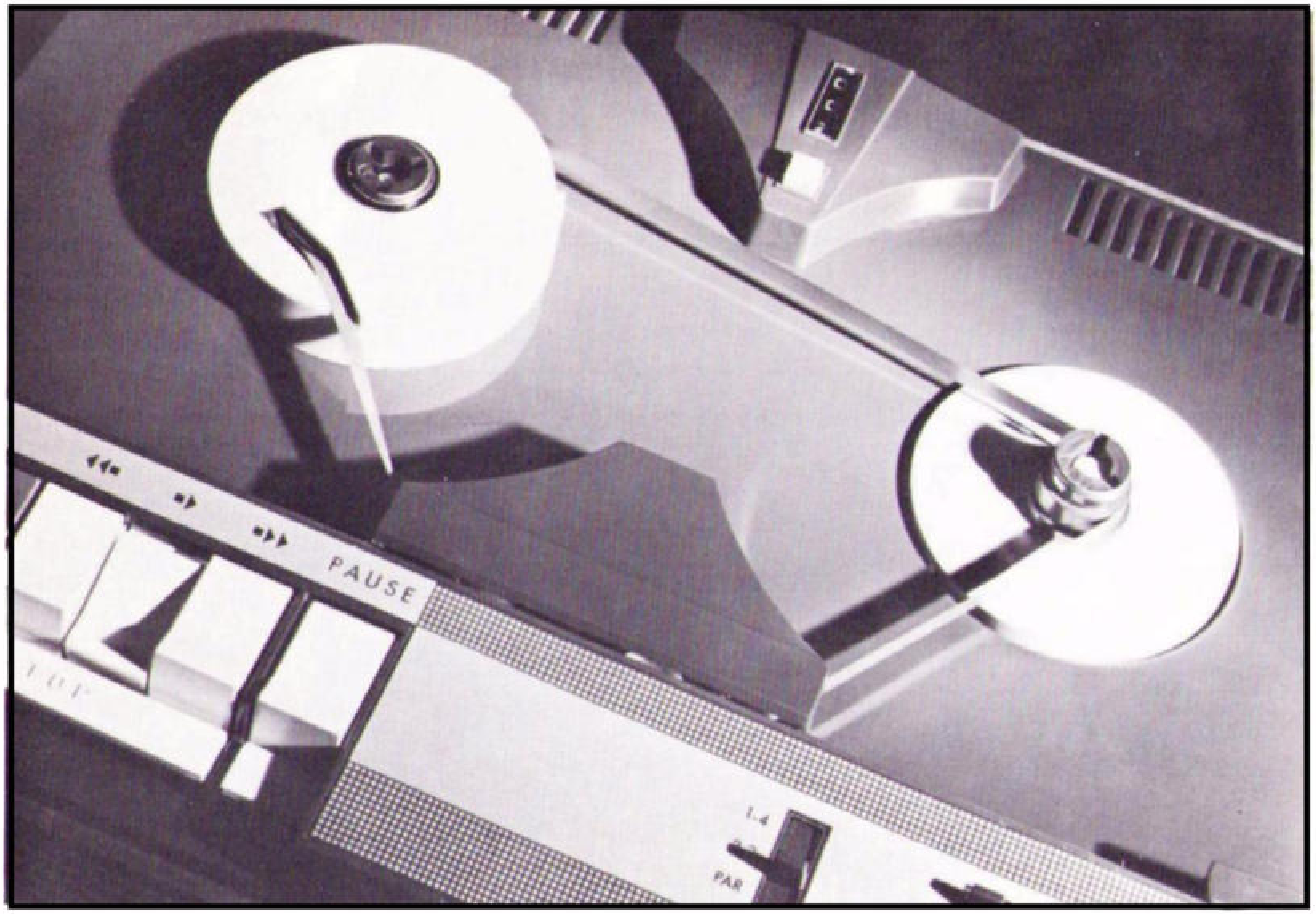
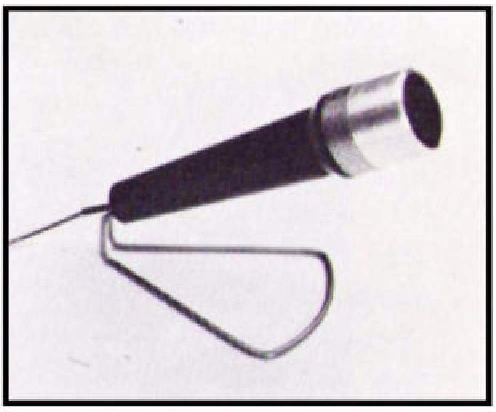


Foto 14
Extra voorversterker (links) voor het weergeven van stereobanden, aangesloten aan een daarvoor geschikte recorder. Op de voorgrond een hoofdtelefoon.



Cassette met „eindloze band" op recorder. De band ligt in een lus om de weergeefkop en kan b.v. worden toegepast voor ononderbroken muziekprogramma's met reclameboodschappen.



Drie monaurale Philips recorder-microfoons.

Geïntegreerde Philips stereo-microfoon, met twee elementen in één huis.

troffen is deze: *geluidskwaliteit is de mate waarin de geluidsweergave bij de luisteraar de illusie opwekt van een werkelijke uitvoering.* Behalve de reeds genoemde factoren, die rechtstreeks met de waarneming van het weergegeven geluidssignaal door de luisteraar in verband staan, moet daar ongetwijfeld nog de akoestiek van de ruimte waarin hij zich bevindt bij worden opgeteld.

Men moet voorts niet vergeten dat het luisteren naar geluid voor ieder mens een persoonlijke zaak is. Dit geldt zowel voor het luisteren naar origineel geluid als naar weergegeven geluid. Elk mens is, zoals de psychologen zullen beamen, een product van stemmingen en gevoelens. Men denke maar eens aan de verschillen van opvatting van muziekcritici. In elektro-akoestische laboratoria zijn vele experimenten gedaan met het laten luisteren van terzake kundigen naar verschillende soorten muziek. Het ging dan om de natuurgetrouwheid (High Fidelity) van microfoon, versterkers, recorders, luidsprekers e.d. In sommige gevallen bleek het uiterst moeilijk of zelfs problematisch om reproducties met superieure frequentiekarakteristieken te onderscheiden van technisch niet geheel verantwoorde. Om maar niet te spreken van proeven, waarbij geluidsopnamen werden verward met het echte orkest, dat men achter een gordijn had opgesteld . . . .

F. HET ELEKTRONISCH PROCES

Belangrijke concrete kwaliteitseisen, waaraan de volledige geluidsregistratieketen moet voldoen zijn:

a. Groot frequentiebereik van microfoon, recorder en luidspreker(s);
b. aangepaste frequentiekarakteristieken van deze drie componenten;
c. afwezigheid van vervorming en stoorgeluiden.

De elektro-akoestische eigenschappen van de recorder zelf, zoals die in de technische specificaties van brochures e.d. voorkomen, worden meer speciaal bepaald door de overall-frequentiekarakteristiek, het dynamiekbereik (signaal-ruis verhouding) en de vervorming.

Voorts is het uitgangsvermogen van belang, dat uitgedrukt wordt in Watt. Hierbij kan worden opgemerkt, dat de mogelijkheid tot verdere versterking altijd aanwezig is, in de vorm van een aansluiting voor bv. een Hi-Fi versterker.

Correctie van de frequentiekarakteristiek

Op de totstandkoming van de overall-frequentiekarakteristiek willen we thans iets nader ingaan, in verband met de vervorming en de in de versterkers nodige correctie.

Deze karakteristiek moet recht zijn, over een zo groot mogelijk deel van het gebied van hoge frequenties en is de som van de frequentieverhoudingen in de opneemversterker, in het magnetisch proces in kop en band en in de weergeefversterker.
Het geluid wordt op de weg van microfoon via recorder naar luidspreker vele malen omgevormd: eerst in elektrische spanning- en stroomvariaties, dan in een daarmee corresponderende magnetisatie van het ijzeroxyde op de band en tenslotte wordt later, bij de reproductie van het geluid, alles nog eens in de omgekeerde volgorde herhaald. In het magnetisatieproces treedt lineaire vervorming op.

Het verschijnsel van *lineaire vervorming* laat zich definiëren als een afwijking in de onderlinge sterkteverhouding van de verschillende frequenties, vergeleken met de sterkteverhoudingen zoals die in het origineel aanwezig waren.

Als oorzaak hiervan vallen te onderscheiden:

a. de principiële evenredigheid van de bij het weergeven door de magneetkop afgegeven spanning met de verandering van het magnetisch veld.
b. de magnetisatieverliezen bij kleine golflengten (hoge frequenties), afhankelijk van de snelheid.

Opneem- en weergeefversterker zullen de afwijkingen gezamenlijk moeten corrigeren.

De onder b. genoemde verliezen worden bestreden door „pre-emphasis" in de opneemversterker, d.w.z. extra versterking van de hoge frequenties. Dit is zonder meer mogelijk omdat de hoge tonen in een muzieksignaal zo weinig energie bevatten en dus ook bij hogere versterking niet met de signaal-ruis verhouding in conflict komen.

De onder a. genoemde oorzaak kwam reeds naar voren in het hoofdstuk over het magnetisch proces en kan nader als volgt worden verklaard:
Bij een recht opgenomen frequentiekarakteristiek is de spanning van het door de kop van de band afgelezen signaal recht evenredig met de weergegeven frequentie, d.w.z. dat als de toonhoogte dubbel zo hoog is, de spanning die in de kop geïnduceerd wordt ook dubbel zo groot is. Aangezien het noodzakelijk is, dat deze spanning bij het toenemen van de toonhoogte constant blijft, wordt de weergeefversterker van een correctie voorzien.

Om praktische redenen worden de correcties, in de vorm van filters (frequentie-corrigerende netwerken) in kleine recorders wel als volgt toegepast:

Bij het opnemen van signalen met hoge frequentie treedt bv. een verzwakking op van 6 dB bij 12000 Hz. Om dit verlies aan hoge tonen op te heffen wordt in de gecombineerde opneem/weergeefversterker een filter aangebracht waardoor de versterking, bij 12000 Hz, 3 dB groter is dan bij de lage frequenties. Daar dit filter zowel bij het opnemen als bij het weergeven is ingeschakeld, wordt het optredende verlies nu in zijn ge-

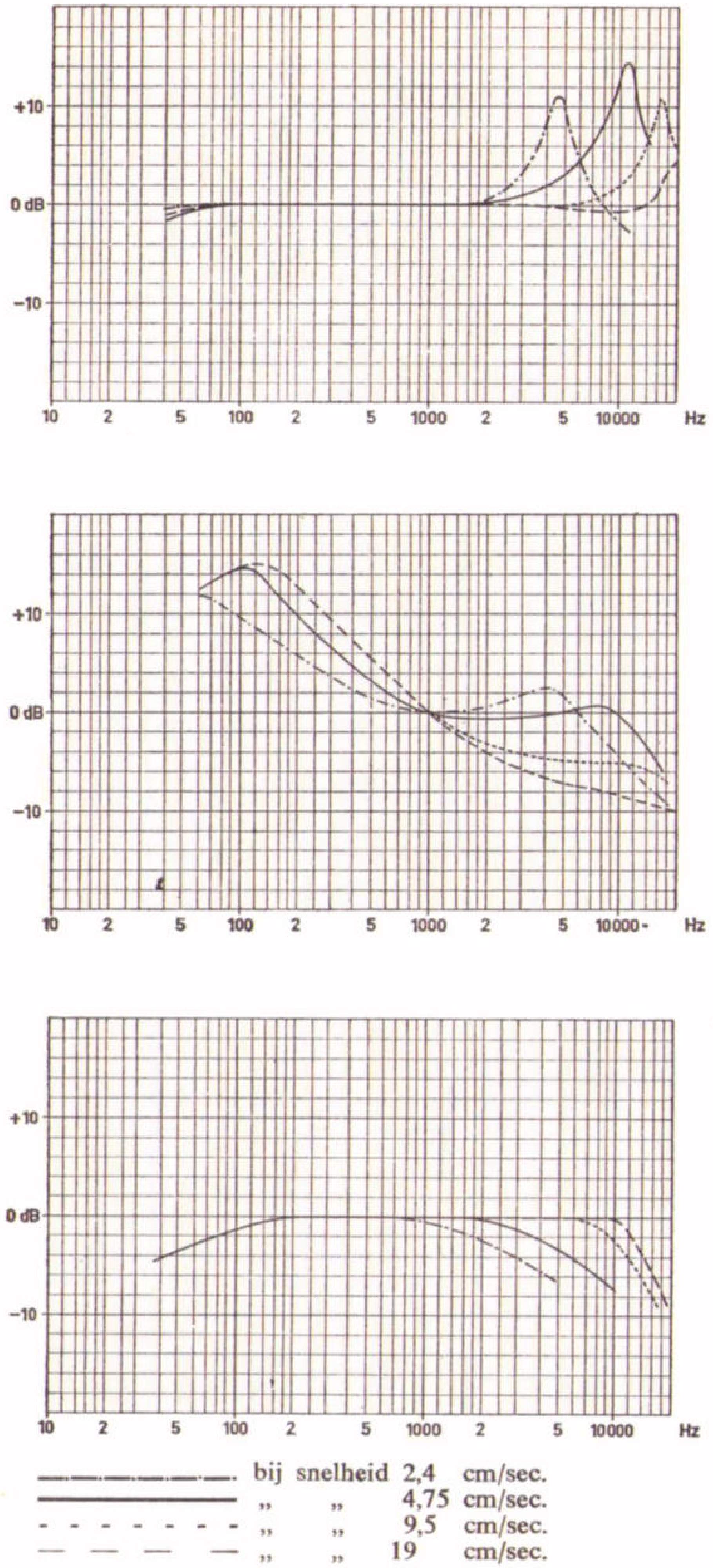


Fig. 26. Frequentiekarakteristieken van een viersnelheden recorder.

Links de decibelschaal. Onder, de verdeling in frequenties. Bij 1000 Hz ligt het absolute punt van waaruit de grafiek zich ontwikkelt. Frequenties die luider worden weergegeven in vergelijking met 1000 Hz tekenen zich af boven de nullijn. Frequenties die minder luid worden weergegeven tekenen zich af beneden deze lijn.

Boven: de opneemkarakteristiek. De toppen in de hoge frequenties ontstaan door pre-emphasis. Midden: de karakteristiek van de weergeefversterker. Onder: de overall-karakteristiek van de recorder.

heel gecompenseerd. Door dit soort van correcties in het mogelijk om bv. bij een bandsnelheid van 9½ cm/sec en een spleetbreedte van 3 micron de weergeefkarakteristieken tot 15000 Hz nagenoeg recht te maken.

Het inschakelen van een elektronisch filter geschiedt op een recorder afhankelijk van de snelheid, d.w.z. het filter is met de schakelaar voor de bandsnelheid gecombineerd. De filters bestaan uit weerstanden, condensatoren en spoelen.

Versterkers en schakelingen

De compacte constructie van populaire recorders heeft ertoe geleid, dat de ingebouwde versterker in een tamelijk kleine ruimte moet worden ondergebracht. Met een zo gering mogelijk aantal onderdelen moet toch een zo hoog mogelijke kwaliteit worden bereikt. Vooral het feit dat er in de onmiddellijke nabijheid van de hiervoor zo gevoelige magneetkop verschillende storingsbronnen aanwezig zijn, stelt de constructeurs voor problemen. De motor en de netspanningstransformator bijvoorbeeld hebben een uitgesproken neiging om door hun magnetische strooiveld bromstoringen te veroorzaken. De geringste brom in de weergave van muziek is echter buitengewoon onprettig, en er moeten voorzorgen worden getroffen om dit soort van ongewenste effecten uit te sluiten.

In professionele recorders maakt men gebruik van een aparte opneem-

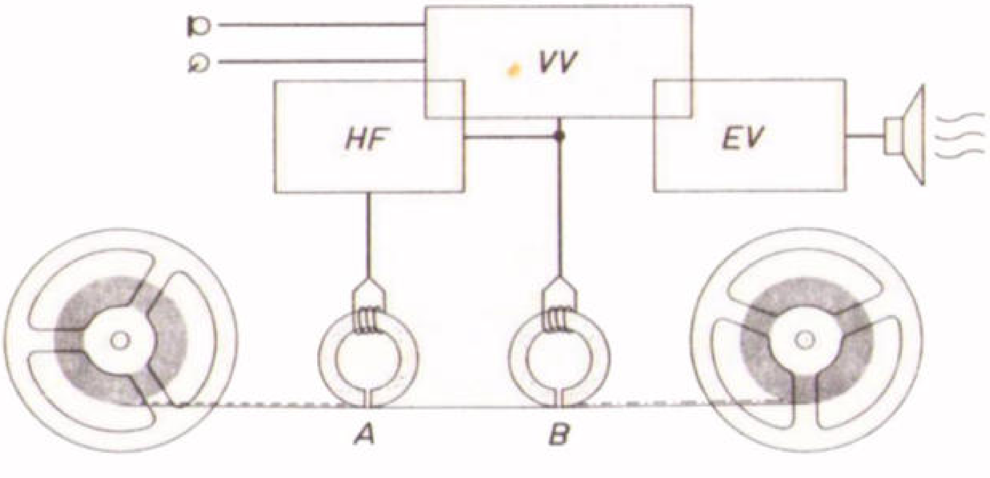


Fig. 27. Gecombineerde functies bij een recorder. *HF* - Hoogfrequentgenerator levert wisstroom voor de wiskop *A* en voormagnetiseringsstroom voor de opneemfunctie van de opneem/weergeefkop *B*.
VV - Voorversterker ontvangt signaal van microfoon of platenspeler en versterkt dit, alvorens het bij het opnemen *B* bereikt. Versterkt ook het weergegeven signaal van *B*, alvorens dit gaat naar de eindversterker *EV*.
In *EV* wordt het signaal krachtig genoeg gemaakt voor weergave door de luidspreker.

versterker, bestaande uit de voorversterker en de oscillator voor hoogfrequent voormagnetisatie en wisstroom. In deze opneemversterker zijn de opneemcorrectiefilters aangebracht, gecombineerd met regelaars en schakelaars. De aparte weergeefversterker zorgt dan behalve voor de versterking van het signaal van de magneetkop (spanningen van enkele millivolts) voor de correctie tot een rechte „overall-karakteristiek" en voor een verdere aanpassing van het signaal aan de luidspreker. De weergeefversterker is voorzien van de volumeregelaar en van klankkleurregelaars voor de versterking of verzwakking van hoge en lage tonen, in combinatie met de correctiefilters.

In eenvoudige recorders wordt de gecombineerde opneem/weergeefversterker toegepast. Met behulp van door knoppen en toetsen bediende schakelcontacten, worden de versterkerelementen zodanig in combinaties geschakeld, dat voor diverse functies van opnemen en weergeven dezelfde buizen, transistoren e.d. worden gebruikt, en er dus een zo gering mogelijk aantal van deze onderdelen nodig is (zie fig. 27, 28, 29). Zo kan de voor het weergeven vereiste eindtrap bij opnemen dienst doen als oscillator voor de hoogfrequente voormagnetisatiestroom en wisstroom.

In de meeste recorders is een modulatie-indicator ingebouwd, in de vorm van een „magisch oog" met bewegende segmenten, een „magische band" of een wijzerindicator (draaispoelmeter). Hiermee wordt de stroom gemeten die naar de opneemkop gaat en door een juiste instelling van de volumeregelaar kan men, met visuele hulp van de indicator, voorkomen dat de band magnetisch wordt overbelast.

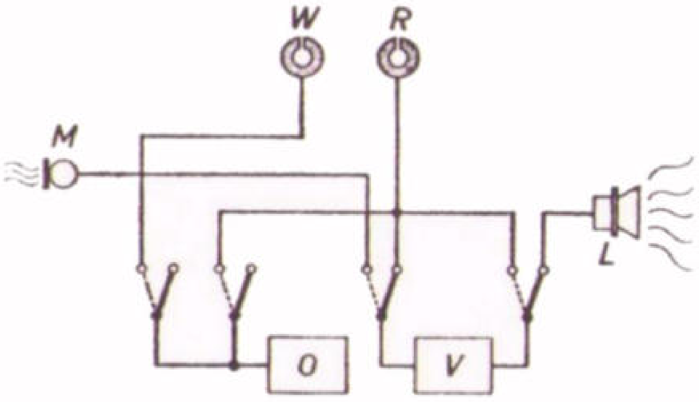


Fig. 28. Schematische voorstelling van het elektronisch circuit bij een eenvoudige recorder.

Als de schakelaars naar links staan, is de microfoon *M* op de ingang van de versterker *V* aangesloten en de opneem/weergeefkop *R* op de uitgang van deze versterker.
De oscillator *O* is dan tevens met de kop *R* verbonden voor het hoogfrequent voormagnetiseren en met de wiskop *W* voor de wisstroom.
Staan de schakelaars naar rechts, dan worden microfoon en oscillator afschakeld, de kop *R* wordt met de ingang van de versterker verbonden, terwijl de de luidspreker *L* op de uitgang van de versterker wordt aangesloten.

Niet onvermeld mag hier blijven dat in moderne recorders en vooral ook batterij-recorders meer en meer gebruik wordt gemaakt van transistoren (halfgeleiders) in plaats van de gebruikelijke buizen. Dit is van belang voor een compactere bouw, de levensduur en de bedrijfszekerheid, terwijl transistoren ook geen opwarmtijd nodig hebben, om tot de bedrijfstemperatuur te geraken.

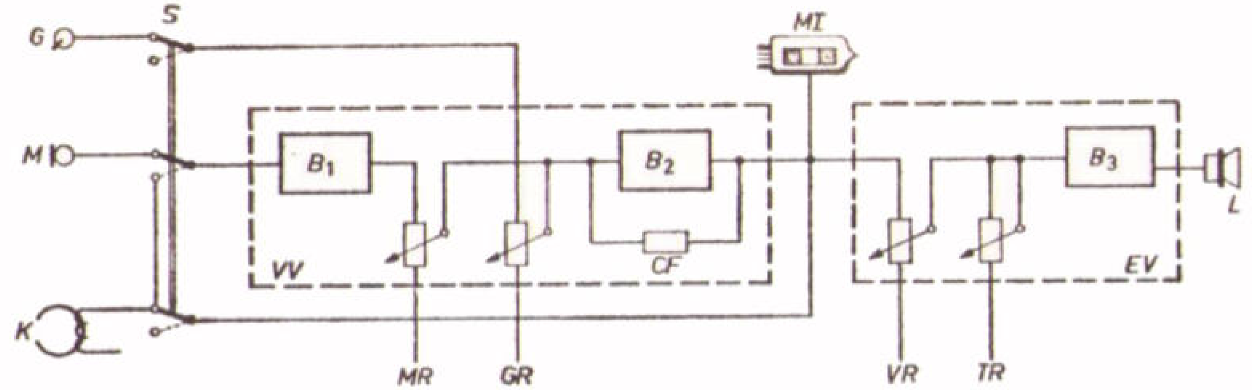


Fig. 29. Eenvoudig blokschema van een recorder.

De gekoppelde schakelaar *S* zorgt ervoor, dat de signalen van microfoon en grammofoon **naar keuze** met het rooster van de eerste versterkerbuis worden doorverbonden.

Bij het opnemen staat de schakelaar *S* **in de** hier getekende stand. Grammofoon *G* en microfoon *M* zijn dan aan de voorversterker *VV* (omrand door stippellijn) aangesloten.

Met behulp van de microfoonregelaar *MR* **en de grammofoonregelaar** *GR* **kunnen** de signalen sterker of zwakker worden bijgeregeld.

CF is het correctiefilter.

EV **(omrand door stippellijn) is de eindversterker, die voorzien is van de regelaars** *VR* **(volume) en** *TR* **(klankkleur) en die het signaal geschikt maakt voor de** luidspreker *L*.

MI **is de modulatie-indicator,** die aan de opneemkop *K* is aangesloten.

*B*1 is een speciale ingangsbuis.

*B*2 is een versterkerbuis.

*B*3 is de eindbuis.

Opneemregelautomatiek

Behalve transistors en gedrukte bedrading (het drukken van het bedradingsschema als een dunne koperfolie op een plaat isolerend materiaal, waardoor alle verbindingen tussen de elektronische onderdelen in één vlak komen te liggen) deed inmiddels ook de opneemregelautomatiek bij de recorder zijn intrede.

Zij is voor de gebruiker van groot belang en voorkomt, dat door verkeerde instelling van de opneemregelaar de modulatie van het geluid op de band te sterk of te zwak plaatsvindt. Dit resulteert nl. respectievelijk in overmodulatie (vervorming) of teveel ruis (ongunstige signaal-ruis verhouding) bij het weergeven.

Vooral op plotselinge verschillen in geluidssterkte is men bij het maken van een opname vaak onvoldoende voorbereid resp. men kan ze moeilijk „in de hand" houden. Vandaar dat de automatische opneemregelaar in de recordingtechniek evenzeer gewenst was als de automatische belichtingsregeling in de fotografie.

Belangrijk is echter dat men voor optimale resultaten bij het opnemen de opneemregelautomatiek moet kunnen uitschakelen en overgaan op handbediening. De automatiek, hoe vernuftig ook, heeft namelijk een zekere vertraging in de werking die de dynamiek bij kritische muziekopnamen ongunstig kan beïnvloeden. Ook bij spraak kunnen bezwaren optreden, zij het weer van andere aard. Men vindt dan ook bij de duurdere recorders aparte vertragingstijden in de regelautomatiek voor spraak en muziek.

G. HET MECHANISME

Constructie

Bij de constructie van een goede recorder wordt uitgegaan van een zorgvuldig uitgebalanceerd mechanisme. Bij nagenoeg alle onderdelen hiervan zal een nauwkeurig constante bandsnelheid de eis zijn, die de verdere hoedanigheden van het apparaat bepaalt. Men heeft de laatste jaren door voortdurend verbeteren van fabricagemethodes en door het steeds vernuftiger toepassen van mechanische onderdelen, op dit punt al veel kunnen bereiken. Een tiental jaren geleden kon men zich, ook als technicus, nog nauwelijks voorstellen dat het mogelijk zou zijn een recorder met goede geluidskwaliteit te maken van een kleinere omvang dan een fors type radiotoestel. Er zouden altijd meerdere zeer krachtige motoren nodig zijn, met bijbehorende vliegwielen en kogellagers. Verder de nodige koppelingen en een robuust schakelmechanisme. De omvang werd, behalve door de ingebouwde versterkers, dan ook nog bepaald door spoelen van grote diameter, die nodig waren om een redelijke speelduur te bereiken.

Het ging echter anders. Binnen een luttel aantal jaren ontstonden langspeeltechnieken, zoals dubbelspoor en vier-sporen registratie; er ontstonden langspeel- en dubbelspeelbanden, die dunner waren en bij eenzelfde diameter anderhalf of tweemaal zo lang konden opnemen. Thans is ook triple-band geïntroduceerd.

Het bleek mogelijk, met gebruikmaking van een enkele motor, tot een uitstekende geluidsreproductie te komen. Overbrengingen en schakelmechaniek werden tot wel niet minder gecompliceerde, maar toch aanzienlijk compactere constructies teruggebracht.

Een goed mechanisme bezit altijd een krachtige motor, die een regelmatige loop garandeert, benevens een goede balancering en lagering van alle draaiende delen. In het betreffende hoofdstuk werd al vermeld, dat vooral ook het snel opwikkelen en terugwikkelen van de band (honderden meters band moeten in enkele minuten tijds geheel van de ene spoel op de andere kunnen worden overgebracht) hoge eisen aan het transportmechanisme stelt.

De toonas, die meestal over snaren en tussenwielen met de motoras verbonden is, mag absoluut geen slingering vertonen, daar hij direct voor de bandaandrijving zorgt.

Een duidelijk inzicht in de functies van het transportmechanisme kan worden verkregen door middel van de „doorsnee" van een eenvoudige recorder, afgebeeld op de fotopagina.

De koppelingen voor de diverse functies worden daarbij bewerkt door snaarwielen en snaren. Voor het regelen van bv. drie snelheden in een recorder worden systemen toegepast met rubber tussenwielen en een trappenschijf (fig. 30) of met een verstelbaar tussenwiel en een konische as (fig. 31).

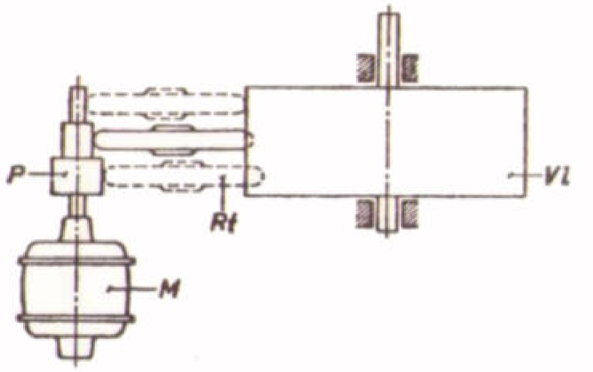


Fig. 30. Bandaandrijfsysteem voor drie bandsnelheden. *P* = poelie met drie diameters. *Rt* = rubber tussenwiel, *Vl* = vliegwiel.

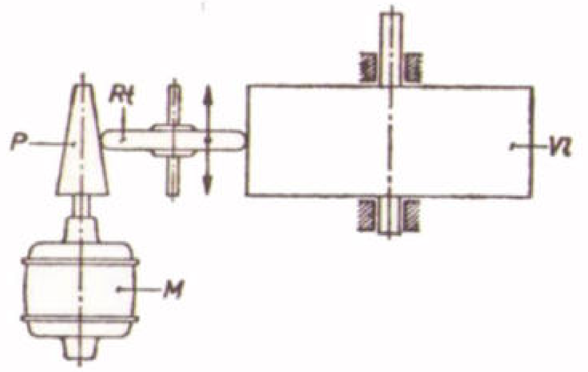


Fig. 31 Bandaandrijfsysteem met verstelbare tussenrol en conische poelie, *P* = conische poelie, *Rt* = verstelbaar tussenwiel, *Vl* = vliegwiel.

Het vliegwiel heeft, behalve de zorg voor een regelmatige loop van de motor, ook tot taak om invloeden van eventuele onregelmatig opgespoelde banden op te vangen. Dat onregelmatig opspoelen bij een goede constructie niet mag gebeuren, spreekt vanzelf. Door middel van frictiesystemen wordt de snelheid van beide spoelassen geregeld, zodat de band steeds strak wordt opgespoeld. Remmechanismen zorgen bij het uitschakelen voor onmiddellijk afremmen van de spoelen, zodat ook bij het snel heen en terugspoelen geen lusvorming kan optreden.

Bij kleine batterij-recorders en bij miniatuur-recorders is een motortje toegepast, dat door gelijkstroom (batterijen) wordt gevoed. Een centrifugaalregelaar op de motoras zorgt ervoor dat de snelheid ook bij afnemende batterijspanning constant blijft.

Snelheidsvariaties

Ondanks alle voorzorgen kunnen in een recorder bij het bandtransport langs de koppen snelheidsvariaties optreden, die aangeduid worden met de veelzeggende namen *jengel* (bij langzame variaties) en *kanariën* (bij snelle variaties). In het Engels heten deze verschijnselen „wow and flutter", een term die ook in niet-Engelse landen in studio's gebruikt wordt. Men kent deze snelheidsvariaties in alle registratiesystemen, o.a. bij niet constant draaiende grammofoonplaten en ook wanneer hierbij bijvoorbeeld het centreergat niet precies in het midden ligt.

Een goede recorder heeft hoogstens dusdanige snelheidvariates, dat zelfs mensen met een zeer gevoelig gehoor ze niet meer waarnemen. Bij lang aangehouden tonen in het lage frequentiegebied is het optreden van jengel vrij snel te constateren. Langzame pianomuziek is het meest kritisch. Hierbij wordt een variatie van meer dan 0,3% al gauw merkbaar. Voor spraak ligt de grens belangrijk hoger.

Jengel wordt veroorzaakt door mechanische ontregeling van bepaalde onderdelen van een recorder, bv. een slingerende toonas of een beschadigd tussenwiel.

H. MICROFOONS

Microfoons hebben tot taak geluidstrillingen om te zetten in elektrische spanningen of stromen. Daartoe is in de microfoon een membraan aangebracht, dat door het geluid in trilling geraakt en de trilling van dit trilplaatje wordt weer in een elektrische spanning of stroom omgezet. Naar de wijze, waarop deze omzetting plaats heeft, onderscheiden we: koolmicrofoons, kristalmicrofoons, elektro-dynamische microfoons, bandmicrofoons en condensatormicrofoons.

De trillingen van het membraan, dat soms nauwelijks 80 milligram weegt, zijn zeer zwak. Wanneer wij hard spreken (geluidssterkte van 74 foon) is de uitwijking (of amplitude) van het membraan, bij een frequentie van 1000 Hz bijvoorbeeld slechts 3 millimicron = 0,000 003 mm.

Bij een geluid van een paukenslag in de concertzaal (94 foon, 100 Hz) kan de amplitude wel honderd maal zo groot worden (0,3 micron); bij een zwak en hoog geluid (34 foon, 10 000 Hz) kan zij afnemen tot een duizendste (0,003 millimicron).
Het is dus wel duidelijk, dat de microfoon een uiterst fijn en nauwkeurig instrument moet zijn, dat bovendien bestand is tegen schokken en trillen, hitte en koude, vocht en droogte, kortom tegen een behandeling waaraan geen ander even fijn instrument veilig zou kunnen worden blootgesteld. Dit houdt overigens niet in, dat men zijn kostbare microfoon ongestraft kan laten vallen of op andere wijze onnodig mishandelen. Het blijft een precisie-instrument!

De uitvinder van de eerste bruikbare microfoon was de Engelsman Hughes, die (in 1878) een koolmicrofoon construeerde.

Rond 1930 verscheen de elektro-dynamische microfoon en ook de condensatormicrofoon, welke laatste vooral ging dienen voor toepassingen waar hoge eisen werden gesteld aan de weergeefkwaliteit. De kristalmicrofoon werd het eenvoudige en laaggeprijsde type, dat echter niet bestand is tegen vocht en temperaturen van meer dan 50° C (120° F) en niet te lang in de volle zon of dicht bij een lamp mag worden geplaatst. Bestand tegen tropische klimaten is de kristalmicrofoon dus zeker niet.

Kwaliteit

De kwaliteit van microfoons moet overeenkomen met die van de recorder, d.w.z. deze moet beslist niet slechter zijn dan wat een recorder kan opnemen. De frequentiekarakteristiek moet zo vlak mogelijk zijn, vooral voor muziekweergave. Bij gesproken woord geldt echter in de eerste plaats goede verstaanbaarheid, hetgeen betekent dat de lage tonen iets kunnen worden verzwakt en rond de 2000 Hz een weinig opgehaald. Men kan hier met de keuze van een speciale microfoon voor gesproken woord rekening mee houden, doch wanneer men één microfoon gebruikt voor allerlei doeleinden, wat het meeste zal voorkomen, is het ook al effectief

om bij het opnemen van spraak de lage tonen met de klankkleurregelaar enigszins af te snijden.
Koolmicrofoons hebben een frequentiekarakteristiek die in de middenfrequenties een grote gevoeligheid vertoont. De lage en hoge tonen (dus ook de boventonen die voor de klankkleur zo belangrijk zijn) worden slechter weergegeven. Ze zijn derhalve alleen voor spraak geschikt. Een kristalmicrofoon vertoont in het algemeen een tamelijk onregelmatige frequentiekarakteristiek, maar geeft een krachtig signaal. Elektro-dynamische microfoons zijn voor de kritische amateur wel het best bereikbare. Zij hebben een nagenoeg vlakke karakteristiek over de hele frequentieband.

Richteffekt

Het is soms gewenst een microfoon te hebben, die in staat is het geluid vanuit alle richtingen op te vangen. Dit noemt men een omni-directionele of alzijdig gevoelige microfoon. In andere gevallen wil men het geluid slechts van één richting (bv. bij een spreker) tot de microfoon laten doordringen en het geluid van de omgeving in veel mindere mate. Hiervoor bestaan uni-directionele of eenzijdig gevoelige microfoons, ook wel — naar de vorm van hun richtingskarakteristiek — cardioïde- of niermicrofoons geheten. Cardioïde-microfoons onderdrukken het omgevingsgeluid tot ongeveer $\frac{1}{3}$ van de intensiteit. Voorts bestaan er tweezijdig gevoelige microfoons die voornamelijk aan de voorzijde en achterzijde geluid opvangen en nog andere variaties.

Belangrijk is het richteffekt van het *direkte* geluid. Zoals we in het hoofdstuk over akoestiek zullen zien, heerst er in een ruimte bovendien een hoeveelheid indirekt geluid, in de vorm van reflekties van de wanden. Het gebruik van een eenzijdig gevoelige microfoon voor het interviewen van de gastvrouw op een dansavondje, houdt dus niet in, dat het omringende geluid van pratende mensen, rinkelende glazen en muziek niet als achtergrond op de band zou verschijnen. Hetgeen overigens alleen maar een gunstige omstandigheid is, gezien deze „stemmingsachtergrond" veel bijdraagt tot de levendigheid van de opname. Het is echter belangrijk dat in dit geval de microfoon door zijn eenzijdige gevoeligheid in staat is, hetgeen vlak ervoor gesproken wordt het duidelijkst op te nemen.

Soorten van microfoons

Tenslotte volgt hier een overzicht van de verschillende microfoontypes en hun principiële opbouw:

a. *Koolmicrofoons*

Deze microfoons bestaan uit een doosje gevuld met koolkorrels, waarin twee elektroden zijn aangebracht, die zijn aangesloten op een batterij.

Tengevolge van de trilling van het membraan worden de koolkorrels meer of minder sterk samengedrukt, waardoor een veranderlijke weerstand tussen de elektroden en zodoende stroomvariaties in de batterijleiding ontstaan.
Deze microfoons waren de eerst toegepaste microfoons in radiostudio's. Ze hebben een zeer grote gevoeligheid in de middenfrequenties, dus een minder voor muziek geschikte frequentiekarakteristiek. Ze zijn uit de radiostudio's thans volledig verdwenen, doch worden voor spraak nog veelvuldig toegepast en wel in de telefonie. Alle normale telefoontoestellen hebben een koolmicrofoon. In aantal overtreft daardoor de koolmicrofoon verre alle andere microfoons.

b. *Kristalmicrofoons* (Fig. 32)

Hierin is het membraan via een pennetje bevestigd aan een kristal, meestal van Rochelle-zout, dat in het microfoonhuis is ingeklemd en tengevolge van de overgedragen trillingen kleine vormveranderingen ondergaat. Deze vormveranderingen resulteren in elektrische spanningen aan het kristal,

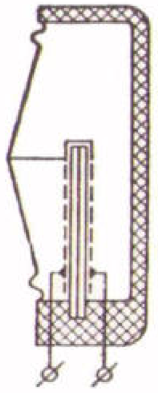


Fig. 32. Principeschema van een kristalmicrofoon. Het kristal (midden) is gekoppeld met het kegelvormige membraan (links).

die worden afgenomen door elektroden die op het kristal zijn bevestigd en zijn aangesloten op de microfoonleiding. Dergelijke microfoons worden veelvuldig toegepast wegens de vrij hoge spanning die zij aan de versterker leveren, zodat met een eenvoudige versterker kan worden volstaan.
In radiostudio's worden zij vrijwel niet toegepast, ook al omdat men daar steeds vrij lange microfoonleidingen heeft naar de mengtafel, hetgeen tot gevoeligheidsdaling leidt. Deze leidingen zijn voorts nogal gevoelig voor bromstoringen en verlies van hoge frequenties.

c. *Elektro-dynamische microfoons* (Fig. 33)

Hier is aan het membraan een spoeltje bevestigd, dat zich de luchtspleet van een magneet, dus in een magnetisch veld beweegt. De beweging van het spoeltje resulteert in spanningen in het spoeltje. Men spreekt ook wel van trilspoelmicrofoons.

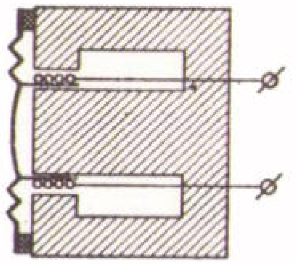


Fig. 33. Principeschema van een elektro-dynamische microfoon.

Dit type microfoon is te maken met een vlakke frequentiekarakteristiek van lage tot hoge tonen en is daarom zowel voor spraak als muziek geschikt. Het zijn voornamelijk deze microfoons die voor spraak- en muziekversterking en voor het opnemen van geluid van hoge kwaliteit worden toegepast.

d. *Bandmicrofoons*

In deze microfoons, die eigenlijk ook in de categorie elektro-dynamische microfoons thuishoren, is het membraan zelf als een dun smal bandje gespannen tussen de polen van een magneet. Bij trilling van het bandje worden daarin weer spanningen opgewekt.
Dit type microfoon is evenals de normale elektro-dynamische microfoon zowel voor spraak als muziek geschikt en wordt vooral in studio's toegepast. Daarbuiten worden bandmicrofoons wegens hun geringe robuustheid weinig gebruikt.

e. *Condensatormicrofoons*

De condensatormicrofoons werken volgens een ander principe dan de eerder genoemde typen, nl. volgens het principe van capaciteits-verandering van een condensator. De ene plaat van de condensator wordt gevormd door een dun, strak gespannen elektrisch geleidend membraan, dat meestal geleidend is verbonden met het huis van de microfoon. De andere plaat is een zgn. achterelektrode (op gelijkspanning).
Wordt het membraan door het geluid in trilling gebracht, dan varieert de capaciteit van de door het membraan en de achterelektrode gevormde condensator. Daar de lading van die condensator gedurende deze verandering geen gelegenheid krijgt mede te veranderen, zal de spanning op de condensator veranderen.
Condensatormicrofoons hebben een zeer goede frequentiekarakteristiek. Ze worden derhalve veel in studio's gebruikt, ondanks het feit dat ze nogal licht te beschadigen zijn en een ingebouwde versterkerbuis benevens een voedingsapparaat nodig hebben.

I. LUIDSPREKERS

Als we het principe van de elektrodynamische microfoon omdraaien verkrijgen we het principe van de elektrodynamische luidspreker. Bij de eerste veroorzaken de trillingen van het membraan bewegingen van en daardoor spanningen in het spoeltje, terwijl bij de laatste de aan het spoeltje toegevoerde spanningen uit de versterker dit spoeltje in beweging brengen. Om deze (mechanische) trillingen te koppelen met de lucht, zodat ze beter kunnen doordringen in de ruimte waar wij luisteren, wordt er aan het spoeltje een papieren trilplaat (conus) bevestigd. In principe kan een luidspreker ook als microfoon gebruikt worden en omgekeerd. Zo dient de microfoon van een dicteerapparaat vaak zowel voor het dicteren als voor het beluisteren van wat men gedicteerd heeft.

Behalve elektrodynamische bestaan er ook elektromagnetische, elektrostatische of condensator- en zelfs kristalluidsprekers, doch deze zijn minder gebruikelijk dan de eerstgenoemde.
Het spreekspoeltje bij de elektrodynamische luidspreker is vrij opgehangen in de ringvormige luchtspleet van een magneet. Dit was vroeger een door een aparte stroom bekrachtigde magneet, doch tegenwoordig is het een permanente magneet. De ontwikkeling van moderne magnetische materialen heeft het mogelijk gemaakt deze zeer krachtig te maken en zo zijn ook de vroeger gebruikelijke grote en zware magneten vervangen door veel kleinere.
Als modern magneetstaal kan het „Ticonal" worden genoemd, terwijl daarnaast een nieuw magnetisch materiaal ferroxdure is ontwikkeld. Wegens de permanente magneet, spreekt men ook wel van permanent dynamische luidsprekers.

Het vermogen van een luidspreker wordt uitgedrukt in watt (W). Dit is het maximaal vermogen; een 6 watt luidspreker hoeft niet noodzakelijk 6 watt te ontvangen en kan in feite even goed een vermogen van $2\frac{1}{2}$ watt verwerken, hetgeen voor de huiskamer voldoende is. Andersom bestaat wel een beperking. Als een luidspreker van klein vermogen wordt aangesloten op een versterker van groot vermogen loopt men de kans op overbelasting of defect raken. Bij het aansluiten van luidsprekers hebben we te maken met de impedantie. Deze wordt bij de luidspreker bepaald door de dikte en het aantal windingen van de draad van de spreekspoel. De meest voorkomende waarden zijn 3, 5, 10, 15, 20, 400 en 800 ohm. De impedantie moet zo goed mogelijk zijn aangepast bij die van de versterker. Verkeerde aanpassing geeft doorgaans vervorming en slechte weergave van lage tonen.

Kwaliteit

De geluidskwaliteit van een luidspreker is afhankelijk van zijn diameter, van de vorm van de conus en van de sterkte van het magneetveld. Deze factoren bepalen in eerste instantie het goed of minder goed weergeven van hoge en lage tonen. Hoe groter de conusdiameter, des te groter is de

hoeveelheid lucht die in trilling wordt gebracht en des te groter zijn de geluidsgolven. Als we aan het watervoorbeeld denken betekent dit dus veel lage tonen.
De laagste tóon die een los luidsprekersysteem kan weergeven stemt ongeveer overeen met een golflengte van 1,6 maal de conusdiameter. Men noemt dit de afsnijfrequentie. Zo komt men tot de volgende tabel:

Conusdiameter	afsnijfrequentie
10 cm (4 inch)	2100 Hz
15 cm (6 inch)	1200 Hz
20 cm (8 inch)	1000 Hz
25 cm (10 inch)	750 Hz
30 cm (12 inch)	500 Hz

Klankborden en klankkasten

Bij het bewegen van de conus ontstaat aan de voorzijde van de luidspreker een luchtdrukverhoging en aan de achterzijde een dito verlaging.
Zou men de luidspreker dus los gebruiken, dan zou lucht van de voorzijde van de conus, om de rand heen, naar de achterzijde stromen, waardoor de drukverschillen grotendeels teniet gedaan zouden worden en vooral weinig lage tonen zouden worden uitgestraald. Men heeft a.h.w. een kortsluiting van de drukverschillen om de rand heen. Om dit te voorkomen, moet men de voor- en achterzijde van elkaar gescheiden houden, wat men kan doen door de luidspreker te plaatsen in een passend gat in een klankbord (Eng.: baffle) dan wel in een passend gat in de wand van een gesloten kast. Een kast die aan de achterzijde open is, speelt de rol van een omgebogen klankbord. De grootte van het klankbord bepaalt de laagste toon, die een ideale luidspreker op dat bord nog goed kan weergeven. Maar ook de luidspreker zelf heeft een laagste frequentie, waar beneden het membraan op de conus zijn functie niet meer goed verricht. Om de best mogelijke lage-tonenweergave te krijgen met een bepaalde luidspreker moet het klankbord bij die luidspreker passend worden gekozen. Hetzelfde geldt voor een gesloten kast.

Basreflexkasten

Men kan er, zoals we eerder gezien hebben van uit gaan, dat aan de eis van goede weergave is voldaan door het kiezen van een „huiskamervermogen" van 2½ watt en het aanbrengen van een extra-luidspreker op klankbord of in klankkast. In veel gevallen gaan tegenwoordig de eisen verder, al of niet geïnspireerd door de High Fidelity idee. (High Fidelity betekent hoge natuurgetrouwheid). Men kan bijvoorbeeld het volle profijt willen trekken van de omstandigheid dat een goede recorder in staat is een groot frequentiegebied weer te geven en dus ook veel lage tonen. Men

kan daaraan toevoegen, dat men bij muziekweergave in de huiskamer zoveel mogelijk de indruk van de concertzaal wil scheppen en dus een krachtig geluid wenst. In het laatste geval kan men dan bv. 10 watt willen weergeven en daarvoor een aparte High Fidelity versterker op de recorder aansluiten.

We komen dan terecht in de grotere luidsprekervermogens (tevens grote diameters) en moeten vooral aan de weergave van lage tonen bijzondere eisen gaan stellen. De meest gebruikte oplossing is: scheiden van de hoge en lage tonen door middel van een scheidingsfilter. De hoge tonen worden door een of meer kleine luidsprekers in kastjes (Eng.: tweeters) weergegeven en de lage tonen door een of twee zgn. basreflexkasten (Eng.: woofers).

De laatste ontlenen hun naam aan hun eigenschap, het geluid dat achter de luidsprekerconus ontstaat, via reflectie tegen de achterwand van de kast, wederom door een gat aan de voorzijde naar buiten te sturen.

Basreflexkasten worden het beste in de hoeken van de kamer (en zo vast mogelijk tegen de muur) aangebracht; hoge tonen luidspreker ergens boven tegen de muur en enigszins uit elkaar opgehangen. Zo kan men het geluid ook ruimtelijk spreiden, wat altijd een verbetering betekent.

Richteffekt

Naarmate de frequentie hoger wordt, gaat de luidspreker de geluidsgolven steeds meer concentreren in de richting van zijn as. Men hoort daarom, in de as staande, veel meer hoge tonen dan wanneer men opzij van de asrichting staat. Dit richteffekt van hoge tonen is voor radio-luidsprekers ongewenst. Men spreidt daarom de hoge tonen door vóór de conus een kegelvormige klankverstrooier aan te brengen. In sommige moderne luidsprekers, de zgn. dubbelconus luidsprekers is deze klankverstrooier aan de conus bevestigd. Dit heeft het voordeel, dat de vrij kleine klankverstrooier voor hoge tonen de functie van de grote conus overneemt en zelf gaat stralen. Daar een kleine conus beter hoge tonen kan uitstralen dan een grotere, hebben deze luidsprekers meer hoge tonen dan dezelfde luidspreker zonder de kleine extra conus.

Bij hoge-tonen luidsprekers van High Fidelity combinaties zijn deze speciale luidsprekers niet nodig en kan men met een eenvoudige kleine conus volstaan. Vanwege het richteffekt wordt wel de plaatsing enigszins kritischer, maar bij een storend optreden van de hoge-tonen bundeling kan men bijvoorbeeld de kastjes zodanig op een muur richten, dat deze als reflector optreedt.

J. AANSLUITINGEN EN TOEBEHOREN

Ingangen en uitgangen van een recorder

De aansluiting van toebehoren bij een recorder, zoals microfoons en extra luidsprekers vindt plaats aan de stekerbussen, de zgn. ingangen en uitgangen (Eng.: inputs and outputs). We hebben hier eigenlijk te doen met rechtstreekse verbindingen met voorversterker en eindversterker. De elektrische waarden van de aan te sluiten apparaten moeten daar derhalve mee overeenkomen.

Gevoeligheid en impedantie

We onderscheiden twee soorten van waarden: gevoeligheid en impedantie.

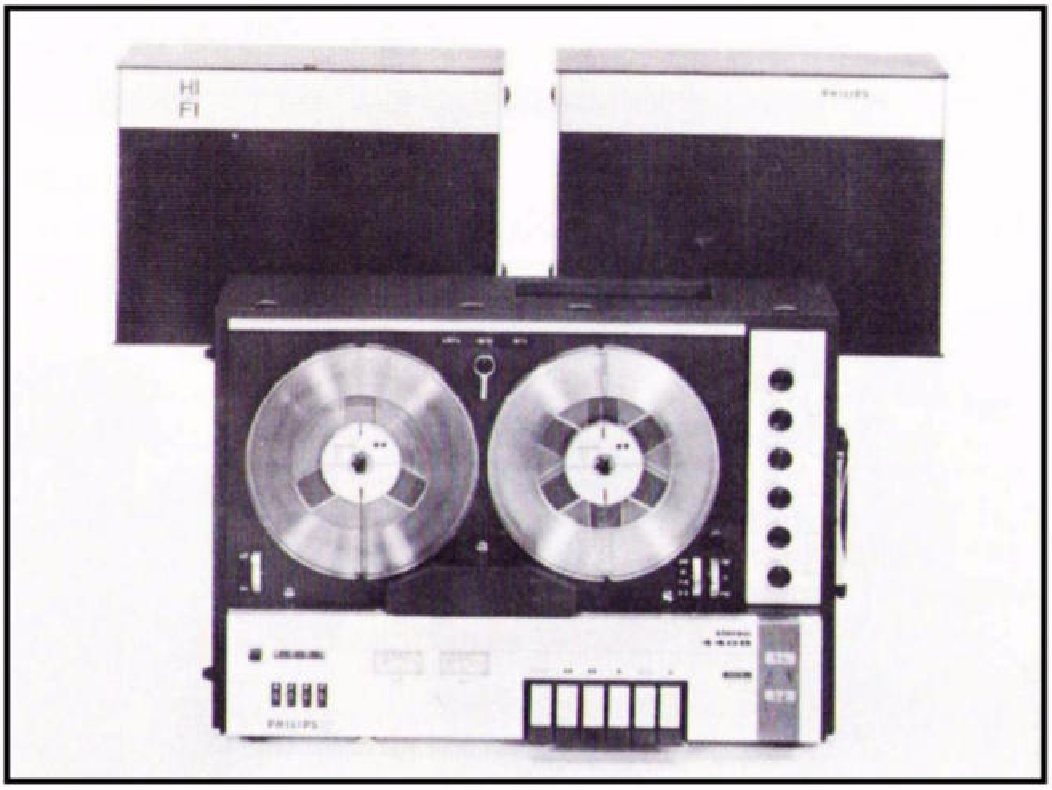
De *gevoeligheid* van de ingang wordt gemeten in millivolt (mV) of volt (V). Wanneer voor een ingang een bepaalde waarde in mV is opgegeven, is die waarde de spanning, die bij een geopende volumeregelaar aan de ingang moet worden aangelegd, om de band volledig te moduleren. Een normale waarde is 1 mV. Voor de uitgang is van belang de waarde van het maximum signaal, dat deze kan afgeven zonder dat de grens van toelaatbare vervorming wordt overschreden. (Bv. 0,5 tot 2 volt.)
Microfoons geven een lager signaalniveau dan een grammofoon: de eerste gemiddeld 3 mV en de laatste ± 1000 mV = 1 volt. (In de praktijk wordt de gevoeligheid van een microfoon gemeten door de afgegeven spanning vast te stellen bij een bepaalde geluidsdruk. Men ziet deze dan ook uitgedrukt in mV/μbar.) De microfooningang, waar de door de microfoon geleverde spanning wordt toegevoerd aan het rooster van de eerste versterkerbuis, moet dus gevoeliger zijn dan de grammofooningang. Zie ook het schema in fig. 29.
Hiermee zijn we echter nog niet klaar. Om het rooster van de versterkerbuis zoveel mogelijk de volle uitgangsspanning van de microfoon te laten benutten, moet de ingangsimpedantie van de versterker namelijk minstens drie maal zo groot zijn als de microfoonimpedantie.

De *impedantie* is een soort weerstand, die optreedt in elk elektrisch circuit waar wisselstromen doorheen gaan. Een elektrische leiding heeft ook een inwendige weerstand, doch deze is slechts een deel van de impedantie. Naarmate de stroomfluctuaties een hogere frequentie hebben, wordt ook de impedantie groter.
Impedantie wordt gemeten in Ω (ohm). Elk apparaat, dat aan de recorder wordt aangesloten heeft een eigen impedantie en hetzelfde geldt voor de kabels en de ingangen en uitgangen. Lage impedanties liggen beneden de 600 Ω en hoge impedanties boven de 2000 Ω.
Een apparaat met lage impedantie kan wel worden verbonden met een ingang met hoge impedantie, maar nooit andersom. Hierbij moet worden

Gebruik van de batterij-recorder voor het maken van reportages, „gesproken autogrammen" en andere geluidssnapshots.

Philips all-transistor batterij-recorder, geschikt voor 8 en 10 cm bandspoelen. Speelduur per spoel 2 x 90 minuten. Zeer eenvoudige bediening. Functioneert op 6 normale 1,5 Volt batterijen met een levensduur van ± 30 uur.

Recording amateur aan het werk in de hobby-kamer.



Philips luxe stereo-recorder, geschikt voor 3 snelheden, 4 sporen en multiplay. Volledige stereo-opname en -weergave met afluister- en mengmogelijkheid, als ook automatische instelling van de tellerstand. Het apparaat kan zowel verticaal als horizontaal worden gebruikt.

opgemerkt, dat het apparaat met lage impedantie waarschijnlijk niet in staat zal zijn om voldoende signaal aan deze „hoogohmige" ingang te leveren, maar het kan in elk geval geen kwaad. Het beste is om bij het aanschaffen van hulpapparaten als microfoons, luidsprekers en extra versterkers uit te gaan van de waarden, die op de ingangen en uitgangen van de recorder zijn aangegeven. De meeste types microfoons hebben een lage impedantie en zijn voorzien van ingebouwde transformatoren, om op de hoogohmige ingang van een recorder te kunnen worden aangesloten. (versterker met buizen); transistorversterker verlangen microfoons met lage impedantie.
Kristalmicrofoons heben een zeer hoge impedantie en een speciale capaciteitsarme kabel.

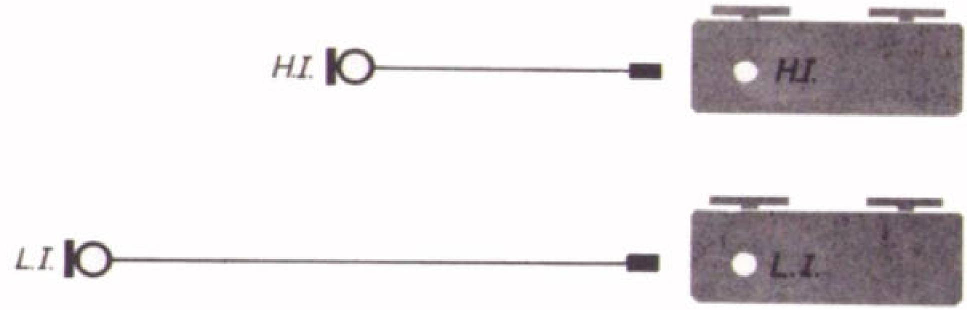


Fig. 34. Een microfoon van hoge impedantie wordt aangesloten op een recorderingang van hoge impedantie (*H.I.*)
De microfoonkabel moet kort zijn.
Een microfoon van lage impedantie wordt aangesloten op een recorderingang van lage impedantie (*L.I.*)
De microfoonkabel kan tientallen meters lang zijn.
Bij verkeerde aanpassing treedt verlies in gevoeligheid op.

De microfoonkabels, die bij recorders met hoogohmige ingang worden geleverd zijn meestal maximaal 3 meter lang, om verliezen (van vooral hoge tonen) te vermijden en het optreden van brom tegen te gaan. Langere kabels, met een eigen impedantie van bv. 600 Ω, veroorzaken een vermindering van de afgegeven spanning (ca. 6 dB bij 15 meter).

Wil men toch gebruik maken van langere kabels, dan moet men microfoons van lage impedantie (50 of 200 Ω) toepassen met tussenschakeling van een transformator vóór de eerste versterkerbuis in de recorder. Bij een transistorversterker is geen transformator nodig. Microfoonkabels worden voorzien van een afscherming van dun koperdraad, die geaard is. Hierdoor worden inducties op de leiding, die vrij snel aanleiding geven tot brom, vermeden. De uitgangen van een recorder bestaan meestal uit een aansluiting voor extra-luidspreker of lijn. Ook hier komen verschillende impedanties voor en het is dus bij de keuze van extra-luidsprekers belangrijk, dat deze in impedantie overeenkomen met de opgegeven impedantie van de uitgang op de recorder.

Aansluiting aan het radiotoestel

De beste methode om een recorder aan een radiotoestel aan te sluiten is de direkte verbinding met de diode. Deze diode is een radiobuis, die in het toestel een bepaalde functie verricht vóórdat het signaal de eindtrap van het versterkergedeelte bereikt. Het is nu in het belang van een zo hoog mogelijke kwaliteit aan te bevelen om ook het signaal dat *bestemd is voor de recorder* (bij opname van radioprogramma's of grammofoonmuziek) reeds bij deze diode af te takken resp. het signaal dat *van de recorder afkomstig is* (en door de luidspreker van het radiotoestel moet worden weergegeven), bij de diode binnen te voeren.

Niet alle radiotoestellen zijn voorzien van een speciale diode-stekerbus op het achterpaneel. Het is dan — uitgezonderd bij zeer eenvoudige, resp. batterijtoestellen — mogelijk om een dergelijke aansluiting door de handelaar te laten aanbrengen, óf genoegen te nemen met de kwaliteit die men verkrijgt door het gebruik van de stekerbussen voor extra-luidspreker (signaal voor opnemen op de recorder) en platenspeler (signaal van recorder via radioluidspreker).
Wegens de vele verschillen in gevoeligheid en de nog niet overal genormaliseerde stekerverbindingen, is het in alle gevallen raadzaam om de gebruiksaanwijzing van recorder en radiotoestel hieromtrent nader te raadplegen. In twijfelgevallen wende men zich voor advies tot de handelaar.

Omvormers

Voor het voeden van recorders voor wisselspanning met gelijkspanning (bv. bij reportages in een auto), maakt men gebruik van omvormers. Deze zijn in de handel verkrijgbaar in types, die 6, 12, 24 of 100 volt gelijkspanning „omvormen" in wisselspanning. Men kan ze dan aansluiten op de auto-accu.

Deze methode wordt door amateurs steeds minder gebruikt, sinds er betrekkelijk goedkope batterijrecorders in de handel zijn, die een uitstekende geluidskwaliteit leveren. De prijs van een dergelijke batterijrecorder steekt namelijk gunstig af tegen de kosten en de moeite die gepaard gaan met het werken met omvormers en accu's.

Cassettes met „eindloze band"

Voor gevallen, waar continu dezelfde band moet worden afgespeeld (bv. in winkels en warenhuizen), kan men met vrucht gebruik maken van cassettes met een eindloze band. De noodzaak van steeds opnieuw terugspoelen en opnieuw inleggen van de band is dan vervallen.
In dergelijke cassettes zijn het begin en het einde van de band op een speciale manier met elkaar verbonden, zodanig dat een lus ontstaat. Men kan er, afhankelijk van de snelheid, geruime tijd mee weergeven en bijvoor-

beeld ononderbroken muziekprogramma's met reclameboodschappen of mededelingen ten gehore brengen.

Dia-stuurapparaten

Veel beter dan een platenspeler, leent zich de recorder voor geluidsweergave bij een vertoning van kleurendia's. Met behulp van een dia-stuurapparaat is het zelfs mogelijk geworden, de gehele vertoning *automatisch* te doen geschieden.

Het stuurapparaat dat hiervoor verkrijgbaar is, wordt zodanig met de recorder verbonden, dat de band alvorens de opwikkelspoel te bereiken de kop van het stuurapparaat passeert. De hoogte is instelbaar, zodat de bandloop regelmatig blijft. Het apparaat kan worden toegepast bij alle soorten van recorders, bij alle snelheden en in combinatie met praktisch alle gangbare automatische diaprojectoren. Een dia-stuurapparaat (of diasynchronisator) registreert op een der sporen van de band korte impulsen van ± 1 sec die nodig zijn om aan de automatische diaprojector het signaal „volgend plaatje" toe te voegen. Bij het weergeven worden deze impulsen in het stuurapparaat versterkt en bedienen dan een ingebouwd relais, dat een wisselstroomimpuls in de bedieningskabel van de projector veroorzaakt. De impulsen op de band worden tevoren door het bedienen van een speciale toets op een der sporen vastgelegd en wel zodanig, dat ze synchroon liggen met het spoor waarop het geluidsprogramma is geregistreerd. Op deze wijze liggen muziek en commentaar als het ware „in de pas" met het wisselen van de dia's.

Behalve de zeer aantrekkelijke mogelijkheden, die hierdoor aan de foto-amateur worden geboden, is het dia-stuurapparaat van grote waarde voor hen, die regelmatig lezingen met „lichtbeelden" geven, bij het onderwijs e.d.
Een programma kan nu ook nauwkeurig worden „getimed" en op allerlei wijzen van tevoren worden geperfectionneerd.

Als extra mogelijkheid dient het automatisch regelen van lichteffecten en het automatisch bedienen van reclamestunts, modeltreinen, etc. te worden vermeld.

Losse voorversterkers

Met behulp van losse voorversterkers kunnen velerlei extra mogelijkheden bij het maken van opnamen worden geschapen. Tezamen met een niet-stereofonische vier-sporen recorder, voorzien van een stereo-uitgang, kan men bijvoorbeeld:

a. muziekbanden in stereo afspelen (gebruik van bv. een radiotoestel als tweede eindversterker annex tweede luidspreker);
b. spoor 3 of 2 afspelen (en afluisteren met hoofdtelefoon) en tegelijkertijd een synchrone opname op spoor 1 of 4 maken;

c. twee synchroon opgenomen programma-onderdelen (op de sporen 1 en 3 of 4 en 2) tegelijk afspelen.

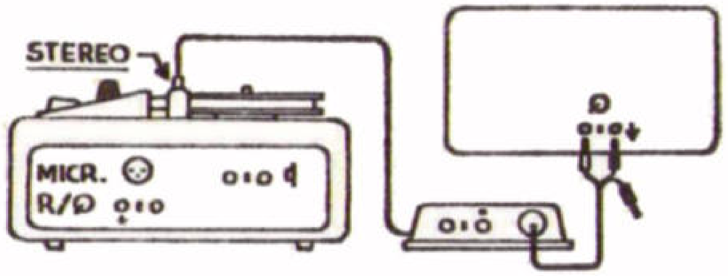


Fig. 35. Aansluiting van een losse voorversterker voor het weergeven van stereo-banden met een niet volledig stereofonische recorder.

Het zingen van duetten met zichzelf, het zichzelf begeleiden, het direct vergelijken van de uitspraak van vreemde talen met die van de leraar, het dito vergelijken van instrumentale prestaties van leerling en muziekleraar, zijn slechts enkele praktische voorbeelden.

Ook kan met een dergelijke voorversterker gemakkelijk een spoor worden gekopieerd op een ander spoor resp. kan het worden samengevoegd met het geluid, dat reeds op het andere spoor aanwezig was.

Mengkastjes

In gevallen, waar gecompliceerde opnamen moeten worden gemaakt, kan men veel gemak hebben van een mengkastje. Dit kan bijvoorbeeld de mogelijkheid bieden tot het mengen van signalen van vier verschillende geluidsbronnen, te weten: twee microfoons, een radiotoestel en een platenspeler. Het bevat hiervoor speciale sterkteregelaars, die voor elk signaal afzonderlijk kunnen worden ingesteld. De sterkteregelaar van de recorder, waarop uiteindelijk de totale opname moet worden geregistreerd, kan dan dienen om de maximale sterkte van het totale geluidsbeeld bij te regelen.

Microfoonkastjes

Hieronder verstaat men een aansluitkastje, waarop meerdere microfoons (meestal twee) kunnen worden aangesloten. Het gecombineerde signaal wordt geleid naar de microfooningang van de recorder.

Hoofdtelefoons

Deze kunnen van groot nut zijn bij het afluisteren van opnamen, zonder dat de luidspreker functioneert. Een voorbeeld is het controleren van de

kwaliteit van een zojuist gemaakte opname, wanneer men ergens te gast is en geen opzien wil verwekken door een band luid af te spelen.
Ook bij het maken van gemengde opnamen zoals besproken onder „voorversterkers" en „mengkastjes", zijn hoofdtelefoons onmisbare attributen. Er bestaan tegenwoordig zeer handige, lichte modellen hoofdtelefoons van het stethoscooptype.

Voetschakelaars

Op de meeste recorders kan een voetschakelaar worden aangesloten, die dezelfde functie verricht als de pauzetoets, nl. de machine tijdelijk kan laten stoppen en weer starten. Het gebruik hiervan is vooral gewenst bij het uitwerken van dictaten door een typiste.

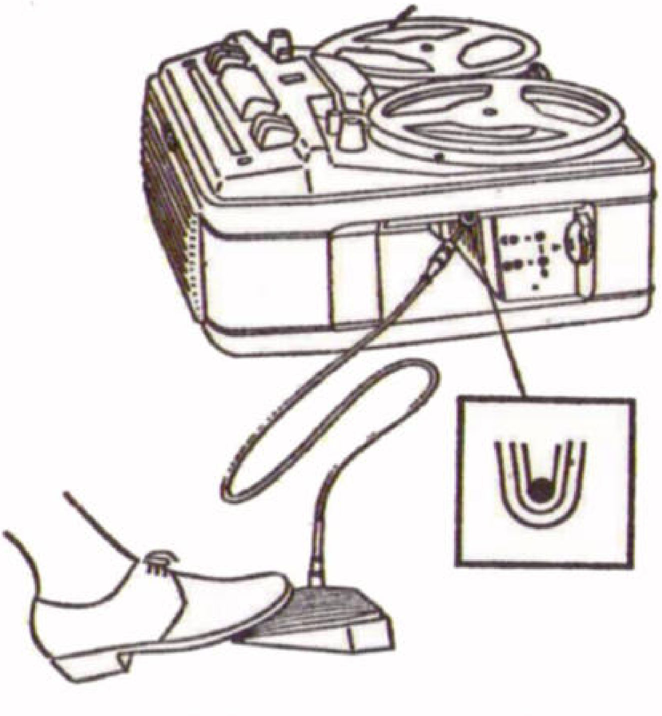


Fig. 36. Aansluiting van een voetschakelaar.

Telefoonspoelen

Dit zijn zeer eenvoudige, kleine instrumentjes, die met een zuignap op het telefoontoestel worden bevestigd en, indien met de recorder verbonden, een telefoongesprek kunnen doen vastleggen.
Een telefoonspoel is in wezen een induktiespoel, die wordt beïnvloed door het magnetische strooiveld rond een telefoontoestel.

K. ONDERHOUD EN STORINGEN

Bij normaal gebruik zal een goede recorder lange tijd feilloos functioneren. Ook zal de gebruiker in de meeste gevallen voor een jaarlijkse onderhoudsbeurt en voor eventueel optredende storingen kunnen vertrouwen op de handelaar of een service-werkplaats van de fabrikant. Toch mogen, aan het eind van dit hoofdstuk over de techniek van de recorder, enkele gegevens ten aanzien van onderhoud en storingen niet ontbreken.

Onderhoud van koppen, toonas, aandrukviltje en band

Na verloop van tijd (vooral bij veelvuldig gebruik) zullen zich op de magneetkoppen en op de toonas geleidelijk stofdeeltjes verzamelen, waardoor vooral de weergave van hoge tonen kan worden benadeeld. Deze kunnen op eenvoudige wijze worden verwijderd, door de koppen vrij te maken en deze daarna te reinigen met een in spiritus gedompeld lapje, dat bv. om een stokje is gewonden. Dit moet behoedzaam geschieden en de koppen mogen niet met scherpe en/of metalen voorwerpen worden aangeraakt, daar deze beschadiging kunnen veroorzaken of ongewenste magnetische invloeden op de koppen kunnen uitoefenen.

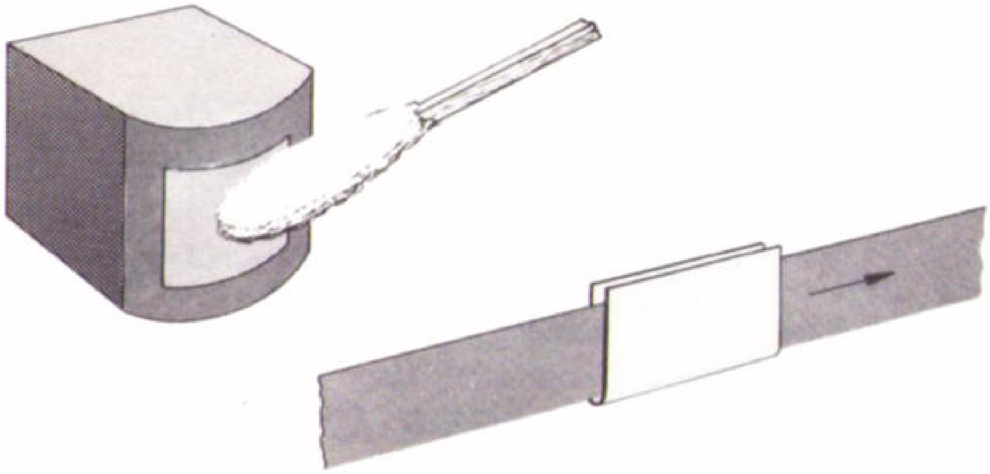


Fig. 37. Het reinigen van kop en band.

Ook de toonas kan op deze wijze gereinigd worden. Eventueel kan stof van de diverse onderdelen worden verwijderd met een zacht kwastje (zonder metalen band). Op en bij het aandrukviltje zullen dikwijls restjes ijzeroxyde aanwezig zijn, vooral wanneer slechte banden zijn gebruikt. Het viltje kan eveneens met spiritus worden gereinigd. Wanneer het versleten is of een te gladde oppervlakte heeft, kan gemakkelijk een nieuw viltje worden aangebracht.

Banden die door een of andere oorzaak veel stof of vuil bevatten, kunnen worden gereinigd door ze gedurende het snel spoelen tussen filtreerpapier of een met spiritus bevochtigd stukje zeemleer te laten doorlopen.

Stof is in het algemeen een vijand van elke recorder. Het is dan ook aan te bevelen het apparaat nooit gedurende lange tijd zonder deksel te laten staan.

Storingsverschijnselen

Alvorens hieronder op mogelijke storingen in de apparatuur in te gaan, dienen wij er op te wijzen, dat — zoals in de fotografie — een groot aantal storingsklachten die bij de handelaar worden gemeld, in feite zijn terug te voeren tot bedieningsfouten. Het is dus bij slechte opneemresultaten eerst zaak om na te gaan of er misschien iets verkeerd was aangesloten, of de band soms op de verkeerde wijze was ingelegd, of de gebruikte band wel van goede kwaliteit was, of de recorder goed werd bediend, of de akoestiek misschien een storende rol kan hebben gespeeld, etc.

Fig. 38. Akoestische terugkoppeling.

Door verkeerde opstelling, ontvangt de microfoon niet alleen het geluid dat men wil opnemen (*A*), doch tevens het geluid uit de luidspreker (*B*). Het laatste wordt dan wederom versterkt, etc. en er ontstaat een storend, fluitend geluid.
In de tweede afbeelding is een betere opstelling aangegeven. De microfoon kan geen rechtstreeks geluid van de luidspreker opvangen.

De mogelijke oorzaken van snelheidsvariaties als jengel en kanariën, benevens een aantal andere mechanische fouten, werden in de voorgaande hoofdstukken reeds terloops aangeduid. Als mogelijke magnetische en elektrische storingen werden achtereenvolgens genoemd: ontregelde magneetkoppen; slechts contact van kop en band; de invloed van stof en vuil; gekreukte, gerekte of gekrulde banden; de invloed van temperatuur en vocht; kopieereffekt; overmodulatie; lineaire vervorming; zweving; intermodulatievervorming; ruis en brom; gevoeligheidsverliezen bij verkeerde aanpassing.

Een veel voorkomende storing van elektronische aard, die tot op heden

niet ter sprake kwam, willen wij hier in het kort verklaren: de zgn. *akoestische terugkoppeling*. Deze uit zich in een doordringend, fluitend geluid en wordt veroorzaakt doordat de microfoon wordt beïnvloed door het geluid van een luidspreker in het eigen circuit. Dit geluid wordt dan wederom versterkt en weergegeven door de luidsprekers enzovoort. Men moet dus bij het opnemen de eigen luidspreker van de recorder uitschakelen (indien dit al niet automatisch geschiedt), óf zorgen dat het luidsprekergeluid de microfoon niet kan bereiken. Bij het gebruik van de recorder als versterker (Public Address), kan het beschreven verschijnsel ook optreden en ook dan zorge men er voor, dat de microfoon buiten de werkingssfeer van de luidspreker blijft, resp. dat het volume niet al te ver wordt opgedraaid. Eigenlijk is akoestische terugkoppeling dus een bedieningsfout en geen storing!

Hieronder is getracht, in een tabel de meest voorkomende storingen zodanig te rangschikken, dat ze gemakkelijk herkenbaar zijn.

STORINGEN IN DE APPARATUUR EN BANDFOUTEN

jengel en kanariën	kromme spoelen, onvoldoende kracht van de motor, slippende koppelingen, uitgerekte aandrijfriemen, aandrukviltje heeft niet de juiste druk, uitgedroogde lagers, verbogen of vervuilde toonas of slechte aandrukrol; band loopt niet op de juiste wijze langs aandrukrollen, koppen en geleiders;
„onduidelijk" geluid	afgezien van bedieningsfouten kan de kop bv. door vervuiling niet goed functioneren; zie *onderhoud;*
veel bandbreuk	slipkoppelingen ontregeld; veel te sterke reminstelling;
lusvorming van de band	storing in het mechanisme, bv. ontregelde (te zwakke) remmen of slipkoppelingen;
onregelmatig opspoelen van de band	fouten in aandrijfmechanisme of bandgeleiding;
zwakke weergave	indien met de juiste geluidssterkte is opgenomen, is wellicht het aandrukviltje vervuild of versleten; in ergere gevallen kan ook magneetkop of toonas vervuild zijn;

sjirpend geluid bij het stoppen van de band	te sterk afgestelde remmen;
constant sjirpend of piepend geluid op de band	indien goede band is gebruikt, is het aandrukviltje vervuild of te hard geworden; zie *onderhoud;*
„stottereffekt" („drop-outs")	door gebruik van verkeerde (te stugge) band, loopt deze niet soepel langs de koppen en treden onderbrekingen in de modulatie op; dit is vooral kritisch bij vier-sporen recorders, waarvoor dunne bandsoorten moeten worden toegepast; slechte band gebruikt met onregelmatigheden in de magnetische laag; slechte bandgeleiding; vuil op koppen, bandgeleiding of band;
band wordt onvoldoende gewist	vervuilde of versleten wiskop (zie *onderhoud*); te lage netspanning of slechte geleiding van de band langs de kop; oude opname was wellicht zwaar overgemoduleerd; defekt in het magnetische circuit;
„troebel" geluid	vervuilde koppen; spleetinstelling ontregeld; beschadigde microfoon; elektronische vervorming;
„schor" geluid	behalve de mogelijkheid van overmodulatie, kan er een buis defekt zijn geraakt en vervorming veroorzaken;
hoog ruisniveau	indien goede geluidsbanden zijn gebruikt, is er wellicht een buis defekt of is er een andere storing in het elektronisch gedeelte; de kop kan door ongewenste oorzaak gemagnetiseerd zijn;
kopieereffekt	slechte band gebruikt; te sterke modulatie; band heeft blootgestaan aan te hoge temperaturen of magnetische strooivelden;
onvolledige weergave van het aangegeven frequentiegebied	slechte weerstanden, condensatoren, e.d. in het elektronisch gedeelte;

weinig hoge tonen	band loopt niet precies vlak tegen de koppen, resp. wordt niet goed aangedrukt, ontregelde spleetinstelling;
geluid klinkt iets te hoog	te lage netspanning bij het opnemen (spanningsdalingen in het lichtnet komen vooral in de grote steden in de avonduren voor); te hoge spanning bij het weergeven;
geluid klinkt iets te laag	te hoge spanning bij het opnemen of te lage spanning bij het weergeven;
brom	storing in versterker of microfoonleiding (testen door blanco signaal op te nemen en weer te geven); slecht contact van microfoonsteker; slechte afscherming van leidingen of te lange leidingen (zie paragraaf *aansluitingen*); verkeerde aanpassing; zie ook tabel *opname- en bedieningsfouten;* microfoon te dicht bij recorder gehouden.

Lees altijd zorgvuldig de gebruiksaanwijzing bij het apparaat.

Bepaal U zoveel mogelijk tot het schoon houden van Uw recorder en laat reparaties over aan handelaar of servicewerkplaats.

HOOFDSTUK IV

AKOESTIEK

Voor het maken van goede geluidsopnamen is het nuttig iets meer te weten van de *akoestiek,* dat is de leer van het gedrag van het geluid. In het bijzonder geldt dit voor besloten ruimten, waar in de praktijk de meeste geluidsopnamen plaats vinden.

Het is immers zo dat men in de open lucht alleen het geluid waarneemt dat *direct* van de bron afkomstig is. De rest verdwijnt in allerlei richtingen. In een zaal echter, of in een andere besloten ruimte, hebben we te maken met twee soorten van geluid: het directe, afkomstig van de geluidsbron, en het indirecte, veroorzaakt door reflecties van de wanden.

Hier ontmoeten we wederom enkele verschijnselen, die van grote invloed zijn op het zo gecompliceerde begrip „geluidskwaliteit". De hoedanigheden van een recorder (bv. van de versterker), van de toegepaste microfoon en van de luidspreker kunnen nog zo goed zijn aangepast aan de realiteit van opnemen en weergeven, de akoestiek van de ruimte waar een en ander plaats vindt is een variabele factor. Gelukkig hoeft dit echter niet te betekenen dat men voor het maken van een goede opname een volleerd geluidstechnicus moet zijn. Met enig begrip van de zaken die in de akoestiek een rol spelen, kan elke amateur zelfs zeer goede opnamen maken en het is vele malen voorgekomen, dat bandjes van amateurs hun weg hebben gevonden naar radiostudio's of grammofoonplatenpers.

Nagalm

De Amerikaan Sabine ontdekte in 1890 dat de „nagalmtijd" van het geluid van enorm belang was voor de verstaanbaarheid. Volgens zijn bevindingen waren niet alleen de luidheid en de kwaliteit van het geluid aan de bron maatgevend voor de duidelijkheid bij de ver verwijderde luisteraar; de tijd die verloopt tussen het „produceren" van het geluid en het „uitgestorven zijn" oefent op de duidelijkheid een grote invloed uit. Bepalend voor de nagalmtijd zijn: het gedrag van direct en indirect geluid, de vorm en inhoud van de ruimte en de aard van het omringende, nl. de aanwezigheid van geluidsabsorberende stoffen als gordijnen, de gebruikte bouwmaterialen, etc.

Zoals direct geluid van invloed is op het stereofonisch of richtings-horen (de mens kan door zijn twee oren de richting van de geluidsbron horenderwijs vaststellen), zo is indirect geluid van belang voor het „leven" van het geluid. Doordat het geluid tegen de wanden vele malen weerkaatst wordt, ontstaat een nagalmtijd van een zekere diffuusheid en een zekere tijd. Vooral in de laatste jaren is men er achter gekomen hoe groot de invloed

van deze nagalmtijd is op de kwaliteit van de geluidsreproductie. In grote theaters, concertzalen en studio's worden dan ook steeds meer voorzieningen getroffen voor het langs elektro-akoestische weg regelen van de nagalm, teneinde voor alle voorkomende soorten van muziek en gesproken woord de optimale kwaliteit te bereiken.

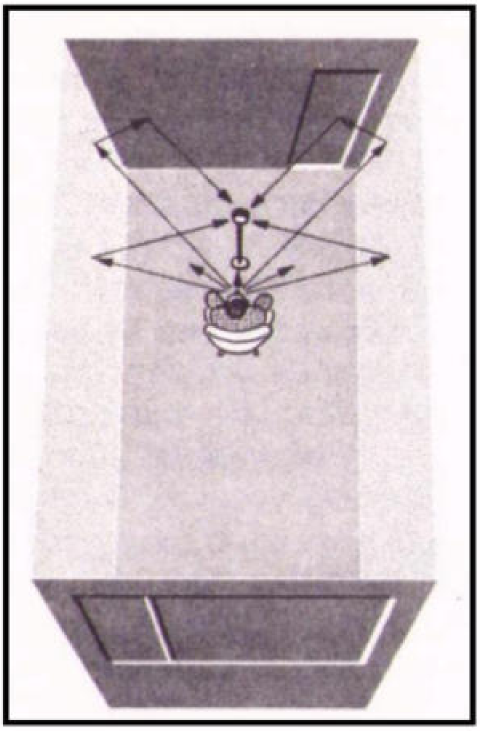


Fig. 39. Bij opnamen binnenshuis wordt de microfoon behalve door het directe geluid van de spreker beïnvloed door geluidsreflecties van wanden, vloer en plafond.
Afmetingen en stoffering van de ruimte spelen een belangrijke rol bij de nagalmtijd.

Wij moeten ons hier echter beperken tot de principes, die van nut kunnen zijn bij het opnemen en weergeven in „alledaagse" ruimten, zoals de huiskamer.

Naarmate de luisteraar (of de microfoon) zich in de huiskamer verder van de bron bevindt, wordt het directe geluid zwakker, evenals dit in de open lucht het geval is. Het indirecte geluid daarentegen, dat op alle mogelijke plaatsen tegen de wand wordt weerkaatst, is overal even sterk. Het sterft echter uit, gezien de wanden niet alleen terugkaatsen maar ook een deel van het geluid opslorpen of absorberen. Hoe meer de wanden of gordijnen absorberen, des te eerder is het geluid uitgestorven en des te korter is de nagalmtijd.

Spraakakoestiek

De verschillen tussen direct en indirect geluid zijn er voor verantwoordelijk, dat er een kenmerkend verschil is tussen ruimten die een goede akoestiek voor spraak hebben en ruimten die een goede akoestiek voor muziek hebben.

Voor het opnemen en weergeven van spraak is een ruimte met een grote nagalmtijd (een akoestisch „harde" ruimte, waar weinig absorptie plaats vindt) in het algemeen zeer storend. De verstaanbaarheid wordt er nadelig door beïnvloed.

Een bepaalde lettergreep van de spraak, die bij de luisteraar of microfoon aankomt als direct geluid, wordt namelijk gehinderd door de voorgaande lettergrepen, die nog steeds als indirect geluid in de ruimte aanwezig zijn. Door dit „doorgalmen" gaan de lettergrepen dus door elkaar lopen en de spraak wordt slecht verstaanbaar. Dit gebeurt als het indirecte geluid met meer dan 1/20 sec vertraging nog maar weinig zwakker is dan het directe geluid.

De nagalmtijd bij het weergeven moet derhalve voor een goede verstaanbaarheid van spraak vrij kort zijn, nl. ongeveer 0,8 sec. Bij het opnemen van spraak is meestal geen nagalmtijd nodig.

Muziekakoestiek

Laat men nu in een ruimte met een zeer korte nagalmtijd een muziekensemble spelen, dan mist de muziek elke briljantheid. De muziek klinkt „dood". De nagalmtijd blijkt essentieel bij te dragen tot de muziekkwaliteit. Daarom moet een goede muziekzaal een nagalmtijd van ongeveer 1,5 tot 2,5 sec hebben.
Voor orgelmuziek is zelfs nog een langere nagalmtijd gewenst.

Studiovoorzieningen

Goede verstaanbaarheid van spraak en goede muziekakoestiek in eenzelfde ruimte zijn dus twee tegenstrijdige eisen.
Dit kan het beste worden geïllustreerd door het voorbeeld van een grote kerk, waar het orgel erg goed klinkt, maar door de grote nagalmtijd de spraak van de predikant, zonder geluidsinstallatie, niet is te verstaan.

In studio's moet men aan de meest gevarieerde eisen kunnen voldoen, daar er immers voortdurend verschillende soorten van programma's worden opgenomen of uitgezonden. Men heeft bijvoorbeeld in de muren draaibare panelen aangebracht, waarvan de ene zijde weinig en de andere zijde sterk geluidsobsorberend is gemaakt. Behalve van panelen maakt men in studio's veel gebruik van poreus materiaal, akoestisch pleisterwerk en akoestische tegels, de laatste al of niet geperforeerd.

Voor het absorberen van lage frequenties worden doorgaans dunne, harde platen als triplex en hardboard gebruikt, in combinatie met ruimtes daarachter (resonatorpanelen). Demping van middenfrequenties wordt bv. verkregen door akoestische tegels en panelen van zachtboard, eventueel geperforeerd. Hoge frequenties worden gedempt met sterk absorberende materialen als glaswol, steenwol en vilt; in het algemeen met vezelige materialen.

Een grote geluidsabsorptie hebben voorts gordijnen (vooral op enige afstand van de muur) en andere textielsoorten. Ook de kleding van het

publiek in een ruimte, benevens de bekleding van de stoelen spelen een belangrijke rol.

Zoals bekend zijn studio's door een effectieve geluids-isolatie van de buitenwereld gescheiden, teneinde storende geluiden van buiten uit te sluiten.

Akoestiek en opneemtechniek

Een studio (en elke andere opneemruimte!) mag men overigens niet vergelijken met een zaal, waar luisteraars aanwezig zijn die het geluid direct horen. Dit is een omstandigheid waarmee men in de opneemtechniek steeds rekening houdt. Microfoons zijn namelijk geheel andere luisteraars dan mensen, tenzij .... deze microfoons stereofonisch kunnen horen.

Een luisteraar in een zaal hoort met beide oren en ondervindt daarbij de nagalm en eventuele „onnuttige" geluiden, die men stoorgeluiden noemt, op andere wijze dan wanneer hij zou luisteren met één oor. In het laatste geval zou hij zich niet voldoende kunnen onttrekken aan stoorgeluiden en geruis van het publiek in de zaal, omdat alles zonder richtingsonderscheiding zou worden opgevangen. Ook de nagalm zou omfloersend op het geluidsbeeld werken. Microfoonopname is als het luisteren met één oor. Bij het weergeven worden galm en stoorgeluiden veel opvallender en men moet er dus bij het opnemen rekening mee houden, dat het directe geluid dient te overwegen. Dit houdt in dat men niet kan afgaan op de geluidsindruk in de opneemruimte zelf, maar dat men beter eerst een stukje kan opnemen en het over de luidspreker afluisteren. Aan de hand daarvan kan men beter beoordelen hoe de microfoonopstelling moet zijn en tevens of men in de akoestiek van de ruimte nog veranderingen moet aanbrengen. Te veel nagalm kan men bv. door het ophangen van gordijnen te lijf gaan. Een vrij korte nagalmtijd bij opname wordt ook in studio's veel toegepast, al beschikt men daar soms nog over de middelen om er later elektro-akoestisch weer nagalm aan toe te voegen.

Door het kiezen van microfoons met een bepaalde richtingsgevoeligheid (zie het betreffende hoofdstuk) kan men bij het opnemen de invloed van nagalm en stoorgeluiden belangrijk onderdrukken.

HOOFDSTUK V

STEREOFONIE

In het voorgaande kwam reeds enkele malen het begrip „stereofonie" ter sprake. In dit hoofdstuk zal worden getracht deze belangwekkende ontwikkeling in de moderne geluidsleer in kort bestek begrijpelijk te maken, zodat duidelijk wordt dat het „ruimtelijk horen" voor de geluidskwaliteit aanzienlijk meer betekent dan het grapje met van links naar rechts zwiepende tennisballen tijdens demonstraties zou doen vermoeden.

Het is eenieder, die zich voor de natuur interesseert, bekend hoe scherp dieren kunnen horen in vergelijking tot mensen. Een dier kan precies de richting bepalen vanwaar een geluid afkomstig is. Voor vele dieren hangt van dit nauwkeurig richtingshoren zelfs hun bestaan af; zij worden erdoor gewaarschuwd uit welke richting gevaar dreigt, ofwel het helpt hen om hun prooi te zoeken.

De mens echter staat niet zo dicht meer bij de natuur en zijn zin voor richtingshoren is niet zo scherp ontwikkeld als bij de dieren. Maar in principe bezit de mens toch hetzelfde vermogen. Hij dankt dit, precies als de dieren, aan het bezit van twee oren, op zekere afstand van elkaar ....

Richtingsgevoel

De geluiden die wij opvangen worden naar het inwendige van onze oren doorgegeven, alwaar zij de gehoorzenuwen prikkelen. De prikkels gaan naar de hersenen en worden daar in verband gebracht met wat wij vroeger *door ervaring* omtrent de buitenwereld hebben geleerd. Hierdoor kunnen wij de richting bepalen en zelfs de afstand schatten vanwaar het geluid komt. Voorts herkennen wij — door de ervaringsmaatstaf — het geluid en kunnen ons er op concentreren met het tezelfdertijd wegdenken van eventuele omringende geluiden. De wetenschappelijke verdieping in deze factoren heeft nu geleid tot de mogelijkheid van stereofonische geluidsweergave, die ook in niet-professionele recorders zijn toepassing heeft gevonden.

Een derde belangrijke factor bij de geluidswaarneming is dat de inzet van een toon beslissend is voor de richting. De rest van de toon, „duurtoon" (afgeleid van het Duitse „Dauerton") geheten, speelt een veel geringere rol. Dit — nieuwste — inzicht in het stereofonisch gedrag van ons gehoor wordt bevestigd door talrijke onderzoekingen, waarbij bleek dat het zeer moeilijk is om de juiste richting van langzaam aanzwellende tonen te bepalen en dat een duidelijke inzet onmisbaar is om nauwkeurig de richting van een geluid vast te stellen.

Het gemakkelijkst is de richting vast te stellen bij geluiden met veel

zgn. inschakelverschijnselen (slaginstrumenten, getokkelde snaren, spraak). Het moeilijkst bij zuivere, vooral lage tonen (brommende transformator, e.d.).

Men kan stereofonische geluidsweergave ook omschrijven als „het weergeven van geluid op zodanige wijze, dat men de verschillende geluidsbronnen, bv. verschillende sprekers of muziekinstrumenten, ruimtelijk gescheiden hoort". Bevindt zich een enkelvoudige geluidsbron ten opzichte van het hoofd van de luisteraar niet precies in het midden, dan zullen beide oren niet hetzelfde geluid ontvangen. De geluidstrillingen, die zich met de bekende snelheid van 345 meter per seconde voortplanten, bereiken dan het ene oor iets vroeger dan het andere. Het verschil is nog geen duizendste deel van een seconde, maar schijnt toch voldoende te zijn om daaruit conclusies te trekken ten aanzien van de richting vanwaar het geluid komt (fig. 40).

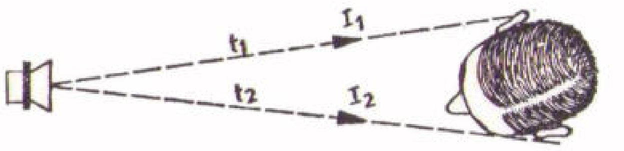


Fig. 40. Richtingshoren. Het rechter oor ontvangt het geluid in tijd t_1 en met een intensiteit I_1, het linker oor in tijd t_2 en met een intensiteit I_2, waarbij t_1 geringer is dan t_2 en I_1 groter is dan I_2.

Behalve het tijdsverschil tussen de prikkels, afkomstig van het rechteroor en linkeroor is er ook een verschil in geluidssterkte. Het geluid moet namelijk om het hoofd heenbuigen om de oren te bereiken en door het verschil in afstand tot het object, wordt het in het ene oor zwakker waargenomen dan in het andere.

Wij kunnen, zittend in een concertzaal, met gesloten ogen heel goed aangeven waar de verschillende instrumenten zich bevinden. Zodra echter hetzelfde concert via de luidspreker van een normaal radiotoestel wordt beluisterd is dit richtingsgevoel verdwenen. Hoe voortreffelijk de weergave ook is, wij missen er iets in van de natuurlijkheid die de directe waarneming kenmerkt. De doorzichtigheid van het geluid gaat verloren.

Zoals we ook in onze uiteenzetting over akoestiek reeds zagen wordt het luisteren naar een bepaald gebeuren, waarbij men aanwezig is, plotseling veel moeilijker wanneer men één oor afsluit. Een discussie van meerdere personen bijvoorbeeld kan men niet meer volgen, omdat het onmogelijk is de sprekers uit elkaar te houden. Bij muziek valt het in het bijzonder op dat allerlei stoorgeluiden, die men aanvankelijk niet had opgemerkt, duidelijk hoorbaar worden.

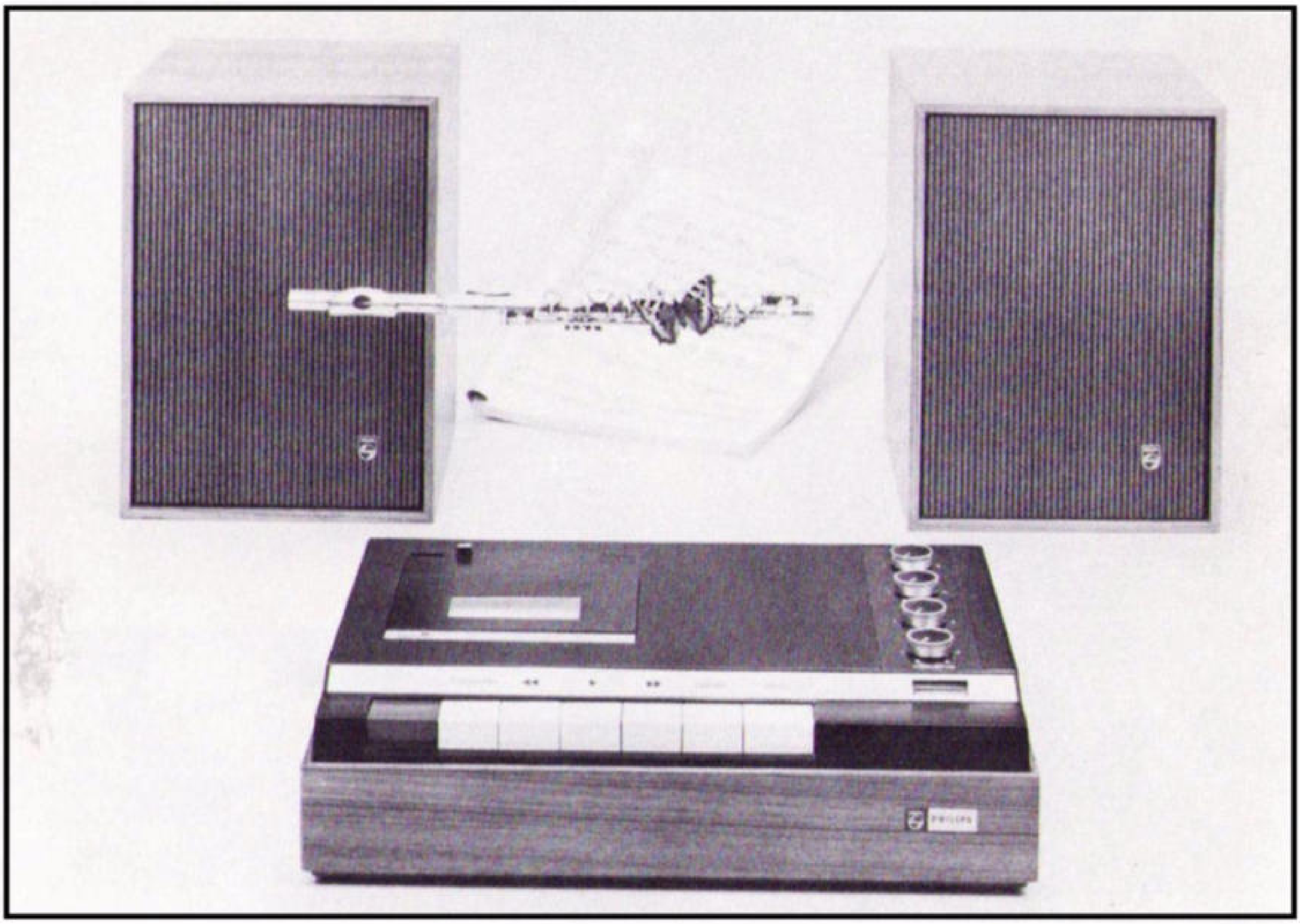
Ruimtelijke scheiding van geluidskanalen

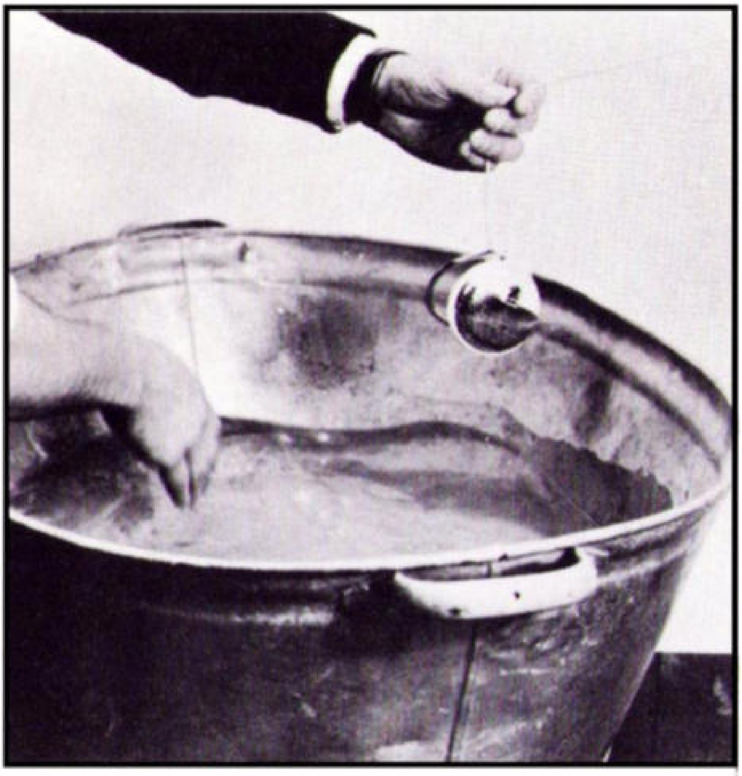
In de akoestische laboratoria van Philips in Nederland werden door Dr. K. de Boer reeds vóór 1940 belangrijke onderzoekingen op stereo-

Philips pocket recorder. De band is opgesloten in een cassette. Speelduur 2 x 30 min., 2 x 45 min. of 2 x 60 min. Uitstekende geluidskwaliteit, ook voor muziek. Snelheid 4,75 cm/sec. Gevoed door vijf normale 1,5 V batterijen.

Cassette recorder voor netvoeding (mono). De recorder is uitgerust met opneemregelautomatiek en heeft een ingebouwde luidspreker en een telwerk.

Stereo cassette recorder met luidsprekerboxen.





Het opnemen van telefoongesprekken, zwemmen of roeien en het sissen van vlees in een braadpan.

fonisch gebied verricht. Hierbij werd voortgebouwd op waarnemingen van Fletcher (1933), die een groot aantal microfoons aanbracht op een gordijn, dat voor het orkest was opgehangen. In een andere zaal hing weer een gordijn, maar nu met luidsprekers op overeenkomstige plaatsen als de microfoons en daarmee ook direct verbonden. Het geluid werd op deze wijze inderdaad meer ruimtelijk aan de luisteraars achter het gordijn overgedragen. Het bleek tenslotte ook mogelijk met behulp van slechts drie afzonderlijke kanalen een stereofonisch effect te verkrijgen. Het systeem van Philips ging uit van stereofonische geluidsoverdracht met slechts twee kanalen en men nam voor de microfoonopstelling de bouw van het menselijk hoofd als uitgangspunt. Er werd een „kunsthoofd" geconstrueerd, dat op de plaats van de oren aan elke zijde een microfoon bevatte. Voerde men de door de microfoons geleverde elektrische stromen via versterkers naar twee aparte hoofdtelefoons dan kwam het de waarnemer die met zijn beide oren aan deze telefoons luisterde voor, dat hij zich op de plaats van het kunsthoofd bevond. Hij kon van het waargenomen geluid ook gemakkelijk de richting bepalen (fig. 41).

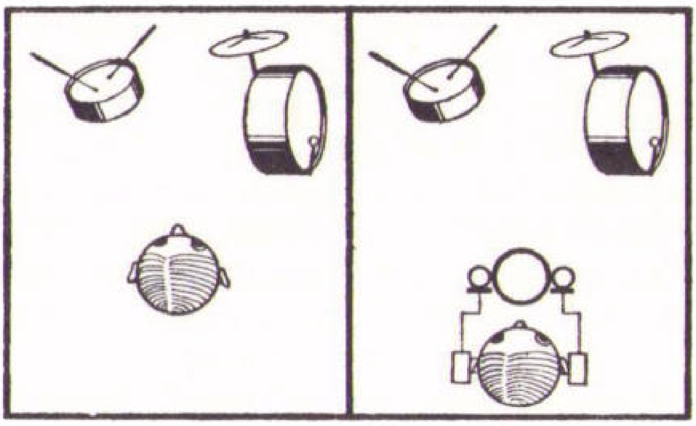


Fig. 41. Bij signaaloverdracht met behulp van een kunsthoofd en hoofdtelefoons wordt de richtingsindruk bewaard.

Werden nu de hoofdtelefoons vervangen door luidsprekers (met tussenschakeling van twee aparte versterkers), dan kon hetzelfde effect worden bereikt door deze zodanig te richten dat de geluidsbundels elkaar kruisten en de luisteraar derhalve achter het snijpunt van de beide geluidsbundels kon plaatsnemen (fig. 42 en 43).

Speciaal de magnetische geluidsregistratie bleek deze experimenten op grote schaal mogelijk te maken. Met recorders was het immers zonder meer mogelijk om twee geluidssporen (één voor het linker- en één voor het rechterkanaal) naast elkaar op de band vast te leggen. De magneetkop behoefde slechts dubbel te worden uitgevoerd, zij het met smallere sporen. Een extra voorversterker en eindversterker, benevens een tweede luidspreker, completeerden de eerste stereofonische recorder ....

Het kunsthoofd werd op den duur vervangen door een combinatie van twee richtingsgevoelige microfoons, die later tezamen in één huis werden gemonteerd. Het bleek, dat deze microfoons aldus, onder een hoek van

90 graden gericht, een bevredigend stereofonisch geluidsbeeld konden opnemen.

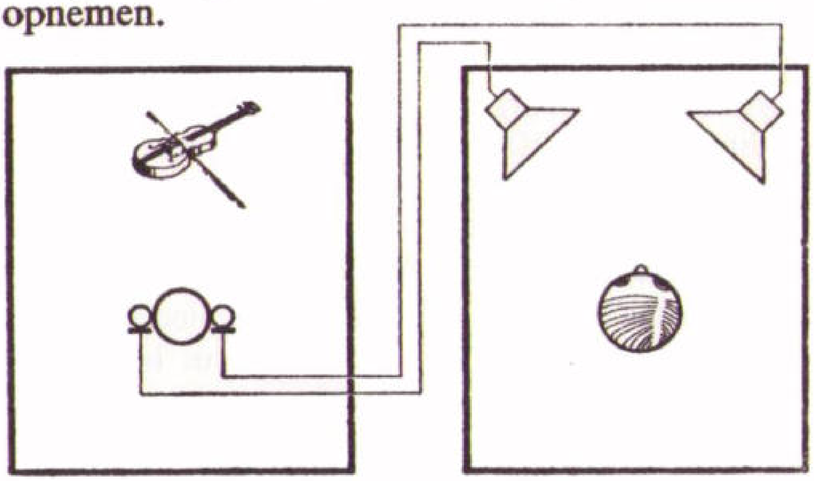


Fig. 42. Stereofonie met behulp van een kunsthoofd en verspreid opgestelde luidsprekers.

De stereofonie toegepast

Bij het publiek kreeg stereofonie een grotere bekendheid toen verschillende radio-omroepstations kort na de oorlog stereofonische proefuitzendingen lieten plaats vinden. Hierbij werden het linker- en het rechterkanaal over aparte zenders en golflengten uitgezonden. De luisteraars, die zich voor dit doel twee ontvangtoestellen hadden verschaft, stemden het ene toestel af op de „linker" golflengte en het andere op de „rechter" golflengte. Men ondervond het effect als verrassend. Door het richtingshoren ontstond duidelijk het gevoel van ruimte in de geluidswaarneming.

Hoewel men er eerst sedert 1963 in enkele landen toe overging om radioprogramma's regelmatig stereofonisch uit te zenden (nu echter met een op één golflengte gecombineerd signaal, dat in speciaal daarvoor ingerichte ontvangers weer „gedecodeerd" en door 2 luidsprekers weergegeven wordt), deed de ruimtelijke weergave wel reeds eerder zijn intrede in de bioscoop (1953). De afzonderlijke geluidskanalen worden in de filmtechniek

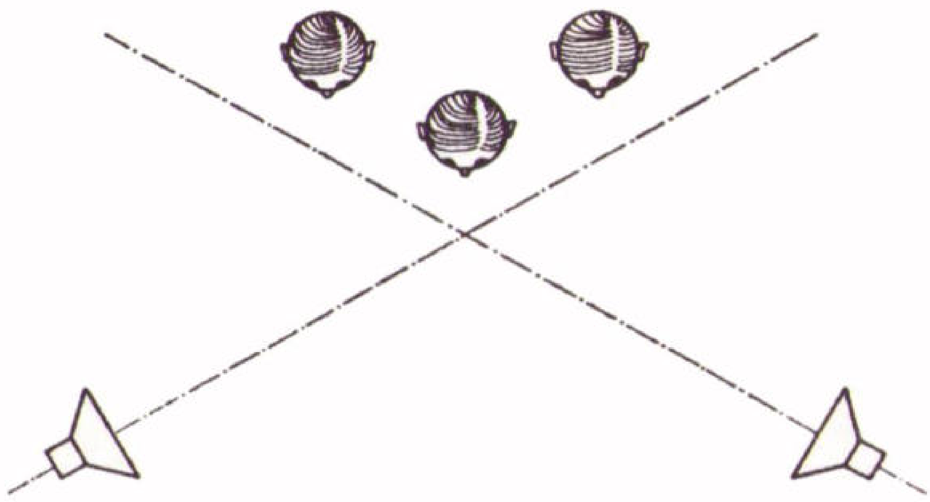


Fig. 43. Geschikte luidsprekeropstelling bij stereofonische weergave. Bij het luisteren neemt men plaats achter het snijpunt van de luidsprekerassen.

vastgelegd op de filmband (naast het beeld) en zij kunnen door verspreid achter het scherm opgestelde luidsprekers worden weergegeven. Ter vergroting van het effect worden bij de film 4 of 6 aparte geluidssporen en luidsprekergroepen toegepast, waarvan één groep het geluid zelfs van de zijwanden en de achterwand van de zaal kan laten komen. Behalve dat hierdoor indrukwekkende spektakelstukken vergezeld kunnen gaan van dito geluid heeft er in de bioscoop de laatste jaren zeker een aanzienlijke verbetering van de geluidskwaliteit plaats gevonden. De geluidssporen worden bij de nieuwe systemen namelijk ook magnetisch opgenomen en op de filmband gecopieerd.

Enkele jaren nadien (1958) verschenen bovendien de eerste stereofonische grammofoonplaten en platenspelers op de markt. Het linker- en rechterspoor worden op de plaat aangebracht door het moduleren van beide wanden van de groef onder hoeken van 45 graden.

Thans is de stereo-recorder, profiterende van de techniek van meerdere geluidssporen op één band, in opmars. Wij zullen hieronder zien op welke wijze de stereo-mogelijkheid als het ware in deze techniek is geïntegreerd.

Stereofonisch opnemen en weergeven

Bij een goed gekozen microfoonopstelling hoort de luisteraar tijdens het weergeven de muziekinstrumenten gespreid tussen de beide luidsprekers en wel met dezelfde opstelling die ze voor de microfoons hadden. De weergave is daardoor veel natuurlijker en niet meer zo vlak als bij enkelvoudige (ook wel: *monaurale* of *monofonische*) weergave. Een stereofonisch opgenomen hoorspel klinkt veel levendiger en doorzichtiger.

Fig. 44. Bij stereofonische weergave moeten de luidsprekers met de juiste polariteit zijn aangesloten, teneinde fazeverschillen te vermijden.

De kwaliteitsverbetering neemt men ook duidelijk waar, indien de luidsprekers niet precies gericht zijn opgesteld. Dit verruimt de mogelijkheid van de toepassing van stereo, daar het niet altijd goed uitvoerbaar zal zijn om op de meest gunstige plaats — achter het snijpunt van de geluidsbundels — een opname te beluisteren.

Hier moet evenwel melding worden gemaakt van zgn. „schijnstereo-

fonie". Deze ontstaat wanneer twee parallel geschakelde luidsprekers in feite één kanaal weergeven, nl. de som van het linker- en rechterkanaal! Hierdoor ontstaat inderdaad een soort van ruimtelijke indruk, omdat de weergave uit twee verspreid opgestelde luidsprekers altijd „voller" klinkt dan uit een enkele. Met stereofonie heeft dit echter weinig uitstaande.

Bij stereofonische weergave is het ook van belang dat de luidsprekers met de juiste polariteit (in faze) zijn aangesloten (Zie fig. 44).
Gebeurt dit niet dan vervaagt het richtingshoren en klinkt de weergave bovendien onaangenaam. Ompolen van een der luidsprekers is voldoende om de fout te herstellen. Iets soortgelijks kan zich ook bij de microfoons voordoen, maar de amateur die gebruik maakt van een geïntegreerde stereomicrofoon (twee microfoons in één huis) heeft van dit verschijnsel geen last te verwachten.

Bij een volledig stereofonische recorder zijn de opneem- en weergeefversterker dubbel uitgevoerd. De microfoonregelaars zijn meestal gecombineerd tot een enkele knop, teneinde ongewenste sterkteverschillen bij het opnemen volledig uit te sluiten. Een balansregelaar maakt het mogelijk het geluidsbeeld tussen de luidsprekers naar links of rechts te verschuiven, hetgeen soms gewenst kan zijn.

Behalve volledig stereofonische recorders zijn er ook recorders in de handel, die slechts voor het stereofonisch weergeven zijn ingericht. Hier ontbreekt om economische redenen (lagere prijs!) de tweede eindversterker en soms ook de tweede voorversterker, doch het aansluiten van een tweede weergeefkanaal is wél mogelijk. Dit houdt in dat de opneem/weergeefkop reeds dubbel (meestal voor 4 sporen) is uitgevoerd en dat het signaal van het tweede spoor op de kop met een stekerbus is doorverbonden. Men kan dan na aansluiting van een aparte tweede versterker en luidspreker, bijvoorbeeld van een radiotoestel zo nodig aangevuld met een tweede voorversterker, de stereofonische muziekbanden beluisteren die in vele landen reeds verkrijgbaar zijn.

Luidsprekeropstellingen

Om een natuurgetrouw stereofonisch effect te verkrijgen moeten bij het weergeven de linker- en rechterluidspreker op behoorlijke afstand van elkaar worden geplaatst. Als richtlijn kan hier een afstand van $2\frac{1}{2}$ meter worden gegeven.

In fig. 45 zijn drie mogelijkheden voor luidsprekeropstellingen getekend, die in de praktijk gemakkelijk uitvoerbaar zijn en alle een bevredigende stereo-indruk kunnen geven.
In situatie 1 stralen beide luidsprekers recht naar voren. Om ongewenste reflecties vlak bij de luidsprekers te voorkomen worden enkele stukken geluidsabsorberend materiaal tegen de wanden aangebracht. (Zachtboard of gordijnen.)

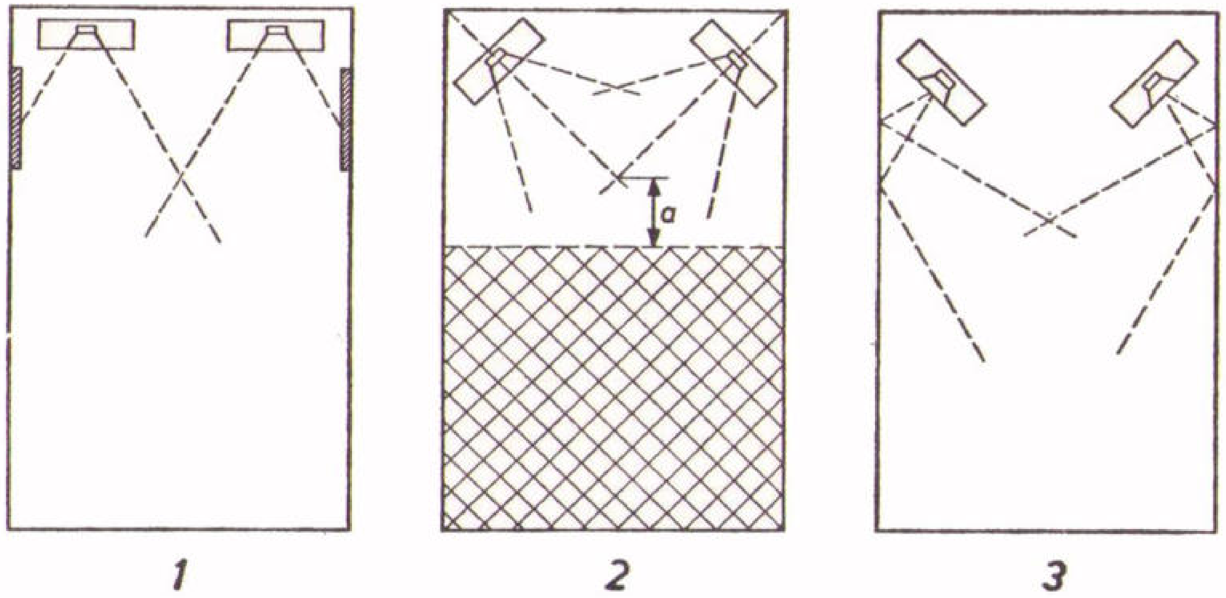


Fig. 45. Luidsprekeropstellingen voor stereoweergave in de huiskamer.

In situatie 2 zijn de luidsprekers schuin gericht. De afstand *a* tussen het denkbeeldig kruispunt van de stralingsassen en de ideale positie van de luisteraars bedraagt 1 tot $1\frac{1}{2}$ meter.

In situatie 3 is met kleinere kamers rekening gehouden. De wanden reflecteren in hoofdzaak het geluid en moeten dus akoestisch „hard" zijn, resp. met hard materiaal worden bedekt.

HOOFDSTUK VI

DE KEUZE VAN EEN RECORDER

Hier volgen een aantal overwegingen, die bij de aanschaf en bij het selecteren van een recorder een rol kunnen spelen:

Snelheid

Waarvoor wilt U de recorder gebruiken? Kies een apparaat met meerdere snelheden, wanneer U van elders betrokken muziekbanden wilt kunnen afspelen; deze kunnen immers op verschillende snelheden zijn opgenomen en er bestaat nog geen uniformiteit op dit gebied.
Ook wanneer U verwacht alleen de door U zelf gemaakte opnamen te hoeven afspelen, kunnen meerdere snelheden van nut zijn. Voor zo goed mogelijke muziekopnamen zult U dan steeds de hoogste snelheid gebruiken en voor opnamen van gesproken woord de laagste. Een apparaat met 3 of meerdere snelheden geeft bv. de mogelijkheid om de middelste voor populaire muziek te gebruiken. U wint daarmee aan speelduur ten opzichte van de hoogste snelheid en kunt dus meer op een band onderbrengen.

Soorten van recorders

Wanneer U dictaten of lange gesprekken en conferenties wilt opnemen, die later stukje bij beetje moeten worden uitgewerkt op de schrijfmachine, dan dient U bijzonder te letten op robuustheid en handelbaarheid van de bedieningsorganen. In dergelijke gevallen zal dikwijls moeten worden geschakeld (starten en stoppen) en indien de recorder persé niet voor muziekopnamen zal worden gebruikt, verdient de aanschaf van een dicteerapparaat met cassettes wellicht aanbeveling.
Aan de andere kant zal, in het geval van uitsluitend gebruik voor muziekopnamen (bv. klassieke muziek) van de hoogste kwaliteit, een recorder met niet te lage snelheden het aangewezen apparaat zijn.
Voor gebruik op plaatsen, waar men niet zeker is van wisselstroomaansluiting resp. om volkomen onafhankelijk te zijn van lichtnet en stopcontact (opnamen op straat, in de vrije natuur, voor reportages e.d.), is een batterijrecorder uiteraard te verkiezen. Men denke dan speciaal aan de best verkrijgbare kwaliteit, gemakkelijke bediening en een behoorlijke speelduur.

Speelduur en spoeldiameter

Zoals te zien is in de tabel in hoofdstuk III B, hangt de speelduur behalve

de verschillende bandsoorten bestaan verschillende lengtes, die weer resulteren in kleinere of grotere spoelen. Niet op elke recorder is plaats voor grote spoeldiameters! Gaat U dus ook na, hoeveel speeltijd U met een bepaalde recorder maximaal kunt bereiken en of dit in alle gevallen voor U voldoende is.

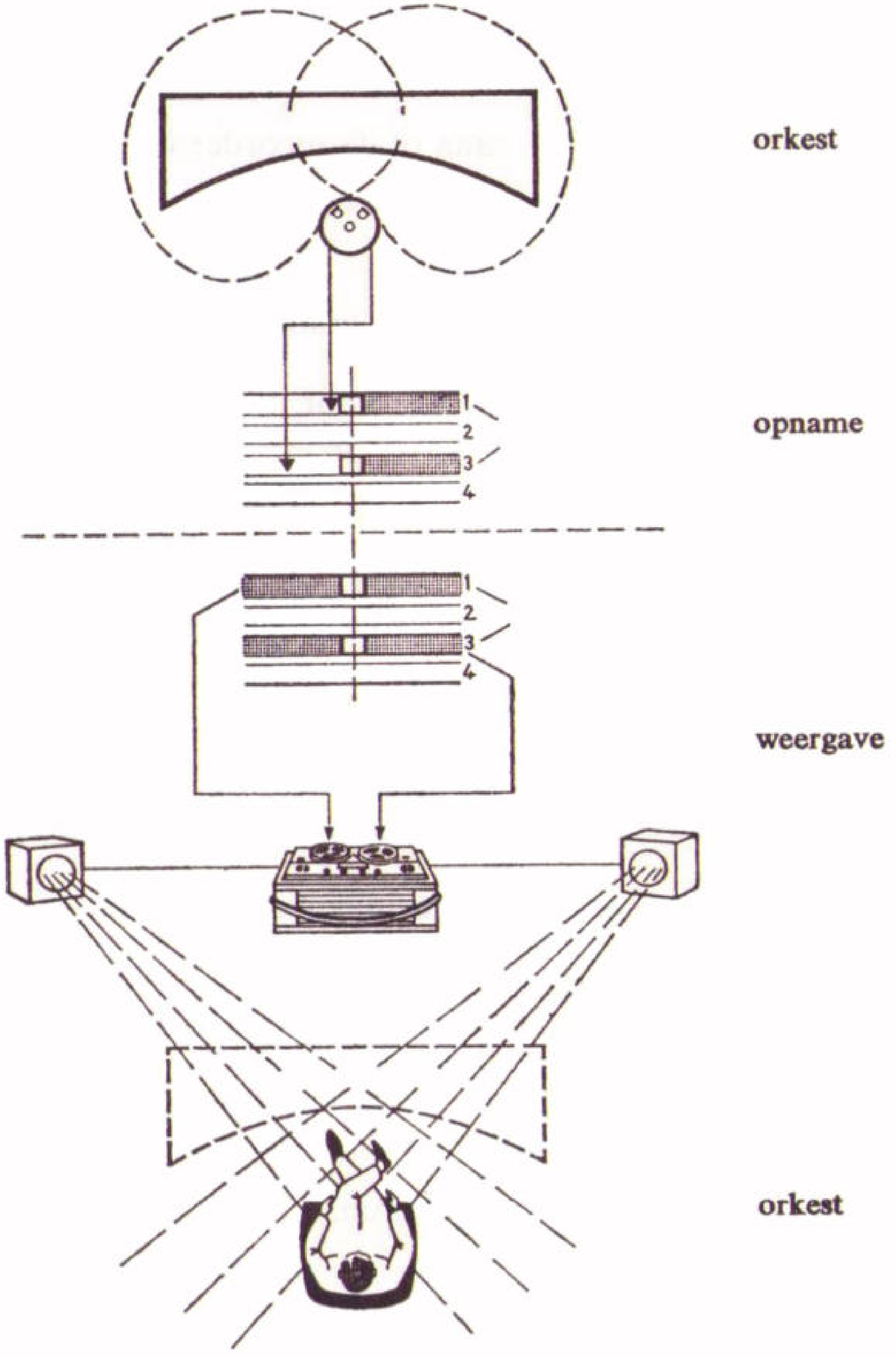


Fig. 46. Het stereofonisch opnemen van orkestmuziek op een viersporen recorder. De opgenomen sporen (1 en 3) worden hier door middel van aparte luidsprekers weergegeven.

Stereo of monauraal

De meeste eenvoudige recorders zijn monaurale recorders. Er zijn er echter ook, waarbij de magneetkoppen en eventuele andere onderdelen stereofonische weergave mogelijk maken, bv. door aansluiting van een extra-voorversterker en een radio-ontvanger als tweede kanaal. Tenslotte zijn er de volledig stereofonische recorders. Tussenvormen zijn evenwel ook mogelijk.

Speciale eigenschappen

Indien nodig, dient U voorts na te gaan of de recorder voorzien is van:

* mengmogelijkheid voor spraak en muziek;
* parallelschakeling van meerdere sporen;
* speelduur- (programma-)indicator:
* speciale aansluitmogelijkheden (radio of grammofoon, extra luidspreker, hoofdtelefoon);
* mogelijkheid tot gebruik als versterker voor microfoon of grammofoon.

Let in alle gevallen op:

* geluidskwaliteit
* gemakkelijke bedienbaarheid (niet teveel noodzaak tot schakelen voor de verschillende functies van de recorder; logisch arrangement van de knoppen en toetsen);
* veiligheid;
* geschiktheid voor verschillende netspanningen;
* mogelijkheid tot snel opspoelen en terugspoelen;
* gemakkelijke uitwisselbaarheid van onderdelen en mogelijkheid van service;
* gemakkelijk onderhoud (reinigen van magneetkoppen en toonas).

Let eventueel op:

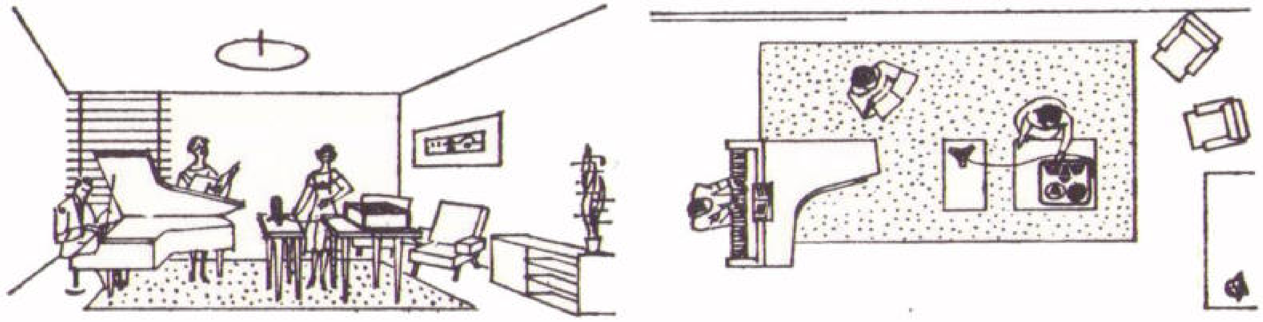
* gemakkelijke draagbaarheid;
* robuustheid van de koffer;
* tropenbestendigheid;
* afneembaar deksel;
* het leverbaar zijn van speciale toebehoren.

Meerdere sporen, montage en trucage (Multiplay)

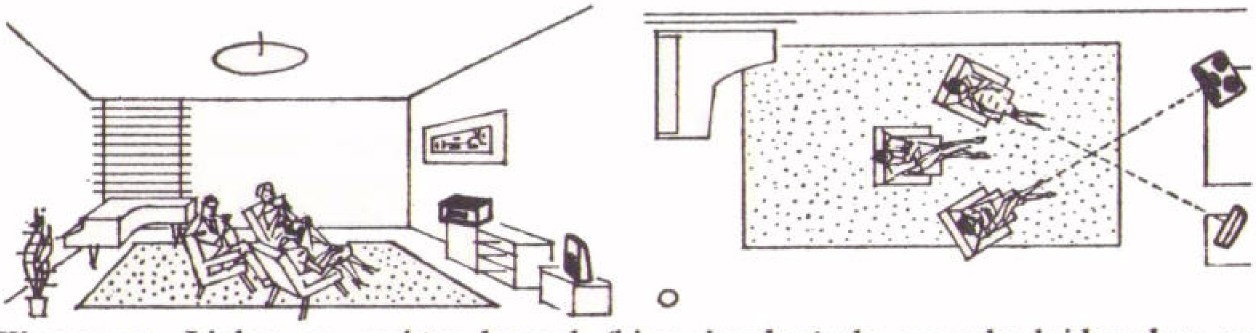
In de laatste jaren heeft men kunnen constateren dat bij vier-sporen registratie een uitstekende geluidskwaliteit bereikt kan worden. Door de lange speelduur en de extra mogelijkheden van de vier-sporen magneetkop,

valt een vier-sporen recorder derhalve om meer dan één reden te verkiezen boven een andere.

Fig. 47. Stereofonisch opnemen en weergeven in de huiskamer.



Opnemen. Bij gebruik van een zgn. geïntegreerde stereo-microfoon (twee microfoonelementen in één huis) richt men deze op het midden van het op te nemen geluidsbeeld. De juiste afstand en de geluidssterkte kunnen het best experimenteel worden vastgesteld, door middel van een proefopname.



Weergeven. Linker en rechter kanaal (hier: ingebouwde recorder-luidspreker en luidspreker in het deksel) worden zodanig gericht, dat de luisteraars kunnen plaatsnemen achter het denkbeeldige snijpunt van de luidsprekerassen.

Ook voor stereo blijft dan het voordeel van de lange speelduur aanwezig, gezien er tweemaal zoveel „informatie” op de band kan worden ondergebracht dan bij dubbelspoor. Het monteren van banden is mogelijk, wanneer men slechts één spoor gebruikt. Hetzelfde geldt voor dubbelspoor recorders. Vier-sporen recorders in de hogere prijsklassen zijn veelal uitgerust met dusdanige schakelingen, dat geluiden van het ene spoor op het andere kunnen worden overgebracht en truceffecten kunnen worden gerealiseerd (Multiplay).

Bij „Multiplay” kan het programma van een bepaald spoor worden overgebracht op een ander spoor, terwijl men tegelijkertijd een nieuw — rechtstreeks op te nemen — programma toevoegt. Men kan dit verschillende keren herhalen en daarbij steeds een nieuw programma toevoegen; bijvoorbeeld: men begint met de eerste opname op spoor 1. De tweede opname vindt plaats op spoor 3 en bestaat uit het programma van spoor 1 plus een nieuw op te nemen programma.

De derde opname geschiedt hierna weer op spoor 1 en bestaat uit de combinatie van spoor 3, plus weer een nieuw op te nemen programmadeel. Nu heeft men dus op spoor 1 een programma dat reeds uit 3 componenten bestaat! Theoretisch zou men zo door kunnen gaan, doch in de praktijk zal men niet verder komen dan een vijfvoudige combinatie.

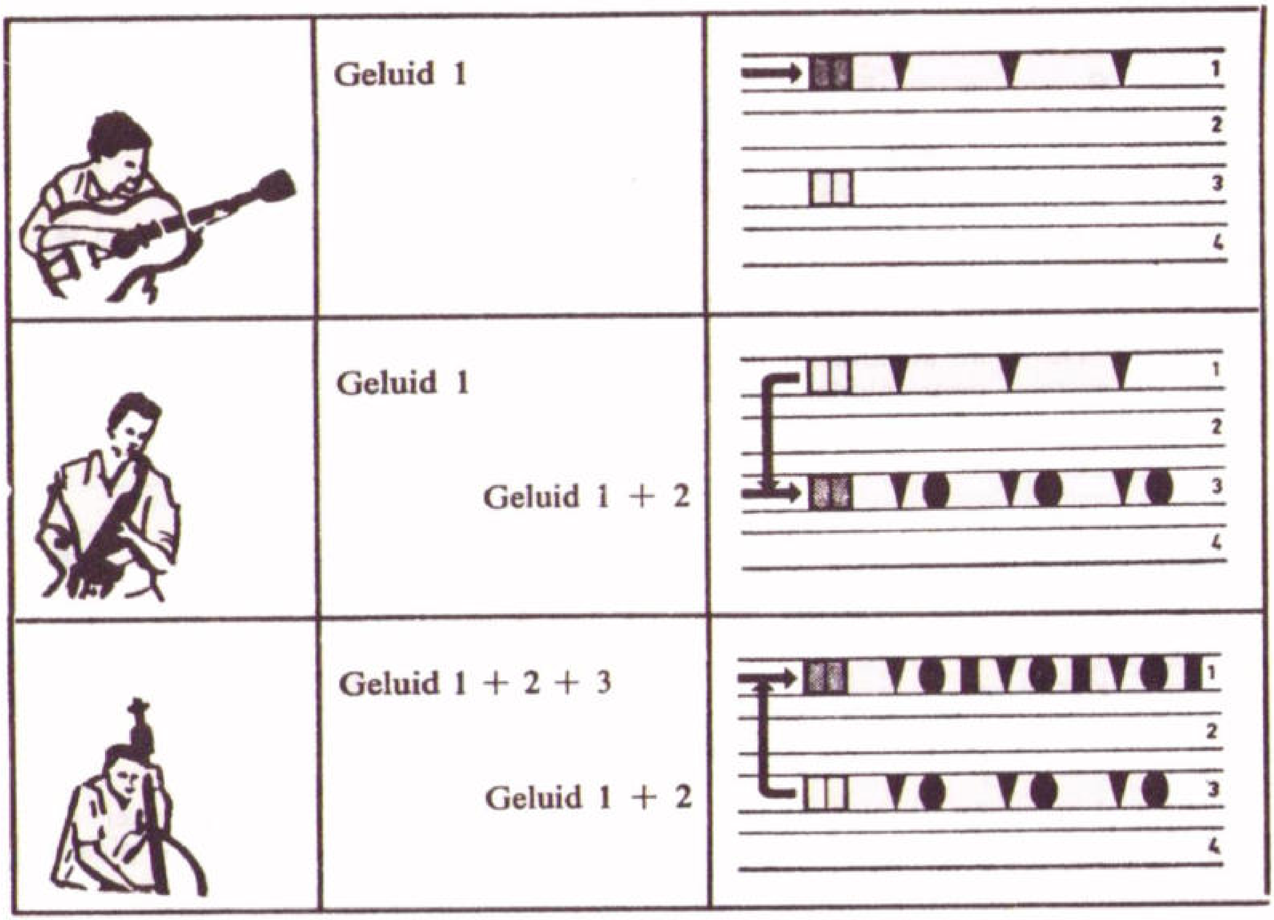


Fig. 48. Gang van zaken bij een Multiplay-opname.

Tijdens het combineren kan worden meegeluisterd via een hoofdtelefoon, teneinde een goede synchronisatie en sterktebalans te verkrijgen.
Fig. 48 geeft een voorbeeld van het op deze wijze opnemen van drie programmaonderdelen op één spoor. Enkele mogelijkheden zijn:
1. Samenstelling van een muziekprogramma met één instrument of met twee of meer verschillende instrumenten (bv. vioolduetten, opgenomen van dezelfde artist, die achtereenvolgens de eerste en tweede vioolpartij speelt). 2. Vocale toevoeging bij opgenomen muziek. 3. Samenstelling van duetten en andere meerstemmige combinaties, gezongen door één persoon. 4. Allerlei soorten truc-opnamen.

Technische specificaties

Het lezen van technische specificaties in brochures e.d. kan moeilijkheden opleveren, omdat niet alle aanduidingen van de recorder-eigenschappen uniform zijn. Niettemin willen wij hieronder, op basis van het in het

voorgaande behandelde, enkele algemene aanduidingen en eisen laten volgen.

Frequentiebereik. Een egale frequentiekarakteristiek van 60 tot 15 000 Hz plus of minus 3 dB (met maximaal 6 dB variatie) kan als uitstekende kwaliteit worden beschouwd. Ook een bereik tot 12 000 Hz betekent reeds een goede muziekweergave.

Snelheidsvariaties. Deze variaties, in de vorm van jengel en kanariën (wow and flutter) mogen niet hoorbaar zijn. Een concreet cijfer is moeilijk te geven, daar de meetmethodes vaak verschillen.

Signaal-ruis verhouding. Ook wel „dynamiekbereik". Een richtgetal is —40 dB, hetgeen betekent dat het achtergrondgeruis 100 maal versterkt zou moeten worden om het opgenomen geluid te evenaren.

Vermogen. Een tot vier watt is voldoende voor een normale recorder. Voor weergave in een zaal heeft men een groter vermogen nodig, bv. 6 watt.

Harmonische vervorming. Deze, door spanningsvariaties veroorzaakte vervorming uit zich in ongewenste boventonen. In een goede recorder mag het percentage de 5 % niet te boven gaan.

HOOFDSTUK VII

ADVIEZEN VOOR HET MAKEN VAN OPNAMEN

Wij gaan nu in praktijk brengen, wat tot nu toe in theorie is behandeld over de *eigenschappen van het geluid,* over de *techniek van recorder en toebehoren,* over de *geluidskwaliteit* en over de *akoestiek.*
Met andere woorden: wij gaan zelf opnamen maken. Daarbij zullen we zien, welke omstandigheden we bij het dagelijks gebruik van de recorder kunnen ontmoeten en vooral, waar dat te pas komt, de nodige „studiogeheimen" uit de doeken doen.

Enkele „gouden regels" vooraf . . .

1. Bedenk steeds, dat *een keten niet sterker is dan zijn zwakste schakel.* De kwaliteit van elke opname wordt bepaald door de onderling van elkaar afhankelijke eigenschappen van de apparatuur, de band én van degene die de opname maakt. Technische factoren als frequentiebereik, eventuele vervorming en vermogen zijn afhankelijk van de totale combinatie microfoon-opneemsysteem-band. Kies dus, behalve een goede recorder, een goede microfoon en de best verkrijgbare geluidsband. Ook een duur fototoestel heeft geen nut, wanneer men er slechte film in gebruikt . . . . Tenslotte is een goed luidsprekersysteem van belang als sluitstuk van de weergaveketen.

2. Maak gebruik van de *enorme praktische voordelen,* die Uw recorder biedt ten opzichte van andere geluidsapparatuur; de lange speelduur, meerdere geluidssporen en de daaraan weer verbonden extra mogelijkheden, het onmiddellijk afluisteren van een opname of proefopname, het wissen van de band, het gemakkelijke monteren en kopiëren . . . .
Benut vooral ook de kansen voor het bedrijven van een *actieve hobby of vrijetijdsbesteding,* die de recorder U geeft. Men moet al weinig fantasie bezitten, om op een recorder uitgekeken te raken. Daarbij komen de ontelbare gevallen waarin U de recorder in beroep of gezin een nuttig en doelmatig gebruik kunt geven.

3. Breng *systeem* in het opnemen. Overleg bij Uzelf, welke soorten van opnamen U regelmatig maakt, met welke snelheid, en van hoe lange tijdsduur. Daaruit volgt dan welke spoeldiameter (8, 10, 13, 15 of 18 cm) en welke soort band U het best kunt toepassen.
Zorg, dat U van elke soort enkele blanco banden hebt klaarliggen.
Breng ook systeem in het archiveren van de opgenomen band.
Verwacht U, dat een opname later gemonteerd moet worden? Gebruik

dan slechts één spoor. U kunt altijd nog kopiëren of na het monteren de andere sporen benutten.
Indien U een batterijrecorder én een netspanningsrecorder bezit, is het een goed systeem om met de eerste de geluiden te „verzamelen" en deze later, in alle rust, met de gewenste snelheid en eventueel samengevoegd met andere programmaonderdelen op de grote recorder over te nemen.

4. Lees altijd zorgvuldig de *gebruiksaanwijzingen* van recorders en toebehoren. Er staat meestal meer in, dan U de eerste keer bij het in gebruiknemen van het apparaat is opgevallen. Het herlezen, met enige opneemervaringen achter de rug, loont beslist de moeite en zal leiden tot nog betere resultaten.

5. *Blijf experimenteren.* Bereid U voor op allerlei opnamesituaties, onder verschillende akoestische condities. U zult zien, dat het met opnemen van geluid precies is als met fotograferen: er zijn oneindig veel mogelijkheden en het is juist een van de boeiendste kanten van deze hobby, dat U moet leren ze te beheersen. Bij het fotograferen kan een belichtingsmeter van groot nut zijn — bij het opnemen van geluid hebt U de modulatie-indicator, maar.... tevens de gelegenheid, om het resultaat van een proefopname direct te controleren! Door de wismogelijkheid hoeft U zelfs geen centimeter band te verspillen. Wissel ervaringen uit met anderen. Ook wat de keuze van onderwerpen betreft. U kunt er alleen maar van leren.

Maatregelen voor een goede geluidskwaliteit

Natuurlijk maakt U altijd een *proefopname* vooraf. Het kost U niets (hoogstens een beetje tijd) en het is altijd beter dan een opname te verknoeien, die U misschien nooit meer over kunt maken. Door de wismogelijkheid zult U met band niet zo zuinig zijn als met het materiaal voor fotograferen en filmen en daarom worden de opnamen soms tamelijk lang. Des te meer jammer is het, als de hele opname over moet worden gedaan. U moet ook niet het uiterste van het geluid van de optredenden vergen (zangers, instrumentalisten, personen die U een interview afneemt), want zij weten dat ze nóch over de radio worden uitgezonden nóch dat U gul bent met het geven van „afdrukjes"!

Wij spraken al over het gebruik van *goede band*. Het veiligste is het, om zo mogelijk band te gebruiken van hetzelfde fabrikaat als de recorder. Er zijn natuurlijk vele goede merken, maar een fabrikant zal in elk geval zorgen dat de bandsoorten die hij verkoopt, volledig aan zijn recorders zijn aangepast. U gewent zich dan ook aan de kwaliteiten van dit merk en hoeft niet steeds in dubio te staan als U bij Uw handelaar komt. Ook

voor band geldt, dat goedkoop duurkoop is. Goede band is zeer moeilijk te fabriceren en met een minderwaardig soort band haalt U nooit de maximale kwaliteit uit Uw recorder.

In het belang van een goede geluidskwaliteit noemen wij nu in het kort een aantal zaken, waar U op moet letten:

Stel bij een opname de geluidssterkte 1 × goed in. Let op de maximale sterkte die moet worden opgenomen en regel U daarnaar. De modulatie-indicator moet *bijna* het maximum aanwijzen. Te grote opneemsterkte geeft overmodulatie; het geluid klinkt dan vervormd, ruw en te luid. Te geringe opneemsterkte dwingt bij het weergeven tot het zeer ver opendraaien van de sterkteregelaar en U hoort dan een sterk ruisend of sissend geluid op de achtergrond.
Bij luid weergeven moet alles nog onvervormd zijn. Zorg dus voor een krachtig signaal. Hoe sterker het signaal op de band staat, des te meer reserve hebt U bij het weergeven.
Blijf tijdens de opname niet aan de sterkteregelaar draaien; hoogstens voor kleine correcties. De verleiding is groot, maar U moet streven naar een egaal geluidsbeeld, dat ook bij het afspelen geen correcties meer behoeft.

Indien de recorder voorzien is van een aparte *klankkleurregelaar* voor opnemen, dient U ook hierop te letten. Normaal zullen de hoge en lage tonen het beste gelijkelijk verdeeld zijn. Bij spraak moet echter vooral worden gelet op de hoge tonen (sisklanken spelen een grote rol bij goede verstaanbaarheid!).

Variaties en zwevingen in de *toonhoogte* mogen niet voorkomen. Jengelen en kanariën (wow and flutter) zijn geen opneemfouten in de strikte zin, maar deze verschijnselen treden toch nog al eens op, vooral wanneer de recorder vervuild is. Ook bij het fotograferen vermijdt U immers stofjes of zand op de lens .... Geef de recorder dus zo nodig een onderhoudsbeurt. Jengel en kanariën kan het beste worden geconstateerd door een stukje pianomuziek op te nemen. Pianomuziek is dermate kritisch, dat U rustig kunt zeggen dat Uw recorder mechanisch in orde is, wanneer van toonhoogtevariaties geen spoortje te bespeuren valt. Let er ook op, dat U geen verbogen spoelen gebruikt....

Natuurlijk weet U onmiddellijk wat er aan de hand is, als de toonhoogte over de gehele band te groot is. De sprekers produceren dan het bekende Donald-Duck-effekt en de opname heeft met een te lage snelheid plaatsgevonden resp. de weergave geschiedt met een te hoge snelheid. Het omgekeerde is het geval, wanneer U de sprekers met grafstemmen uit de luidspreker hoort komen. Bij muziek hoort men in het eerste geval zangers in zangeressen veranderen en omgekeerd mondharmonica's in (slechte) kerkorgels.

Er zijn natuurlijk tussenvormen mogelijk, waarbij er niet sprake is van een verkeerde snelheidstoets indrukken, maar van een iets te snel of te langzaam lopen van de band. Er is dan bepaald iets mis met het mechanisme, hoewel het ook kan gebeuren dat de recorder te koud is en moet „warmdraaien". De smeermiddelen moeten namelijk op temperatuur komen wanneer het apparaat vanuit een koude kast op de gang plotseling in de warme huiskamer wordt gebracht. Laat dus, in het belang van een absoluut constante snelheid, de recorder enkele minuten draaien, vóór U gaat opnemen of afspelen.

Bromstoringen dienen hier ook vermeld te worden. Het zijn evenmin opnamefouten doch soms wel bedieningsfouten. Men dient bijvoorbeeld de stekers van netaansluiting en verbindingssnoeren met de juiste „polariteit" in de stekerbussen te steken. Vooral bij het opnemen vanaf 'n platenspeler kan er voorts een bromtoon optreden, die tijdens het weergeven op hinderlijke wijze op de band blijkt te staan. U behoeft alleen maar één of meer stekers van de verbindingskabel „om te polen" (d.w.z. uit stekerbus trekken, een halve slag draaien en weer inzetten), om van het euvel verlost te zijn. Een proefopname wijst uit, welke positie van de stekers de beste resultaten geeft. Voorts kunt U bromstoringen tegengaan door verbindingssnoeren steeds ver te houden van netsnoeren en geen onafgeschermde microfoonkabels toe te passen. Bij microfoons van hoge impedantie kunnen in verband met brom geen lange kabels worden toegepast.

Voor verdere fouten, die van invloed zijn op de geluidskwaliteit, raadplege men de tabellen aan het eind van dit hoofdstuk en van hoofdstuk III, paragraaf K.

Luister vooral *kritisch* naar de geluidskwaliteit. Ongewenst achtergrondlawaai mag natuurlijk niet in de opname voorkomen. Behalve bij reportages moet deze van „vreemde smetten vrij" zijn.
U weet, dat geluidskwaliteit een begrip is met vele facetten. Doch U kent na enige tijd de mogelijkheden en eigenschappen van Uw eigen recorder en microfoon en herinnert U die ene opname die „absoluut professioneel" was. Neem dan nooit meer met minder genoegen, nóch bij microfoonopnamen noch bij het overnemen van muziek. In het laatste geval: luister, met gesloten ogen, of de weergave beantwoordt aan wat U bijvoorbeeld in de concertzaal verwacht.

Microfoontechniek

Het op de juiste wijze plaatsen van de microfoon, alsmede de behandeling van dit uiterst gevoelige instrument, is voor de leek een veel voorkomende bron van opnamefouten. Toch behoeft men geen studiotechnicus te zijn, om de betreffende grondregels onder de knie te krijgen.

Wij weten dat microfoons verschillen in kwaliteit, prijs, gevoeligheid en richteffekt. Een goedkope kristalmicrofoon is meer geschikt voor gesproken woord dan voor muziek. Elektrodynamische microfoons zijn meestal van uitstekende kwaliteit en voldoen aan praktisch alle eisen, die U kunt stellen. Wij houden ons dus voorlopig bij eenvoudige gevallen en gaan onze microfoon eerst beproeven.

De stem-test. Er doet zich nu meteen een merkwaardig verschijnsel voor! U hebt de microfoon aangesloten, de recorder in gang gezet en spreekt met normale stemsterkte op een afstand van ± 30 cm van de microfoon. Toch bent U over het resultaat allerminst tevreden. Behalve dat U niet precies wist wat U moest vertellen en een paar keer hakkelde en „eh" hebt gezegd, vindt U de kwaliteit niet goed. Uw stem klinkt U volkomen onnatuurlijk in de oren....
U kunt gerust zijn. De recorder en de microfoon zijn perfect in orde, maar.... *U kunt Uw eigen stem niet beoordelen.* Het is een absoluut normaal verschijnsel, dat iemand zijn eigen stem, komende uit de luidspreker, in het begin niet herkent. Deze is namelijk door de recorder met strikte objectiviteit vastgelegd en — nemen wij aan — natuurgetrouw weergegeven. Maar U hebt hem zelf nog nooit objectief gehoord, d.w.z. U hebt Uw stem nimmer gehoord zoals ieder ander hem hoort. Dit is niet moeilijk te verklaren. De mens hoort zijn eigen stemgeluid langs twee wegen: via het inwendige, d.i. de beengeleiding in het hoofd, én via de geluidstrillingen in de lucht — die bij het spreken ook gedeeltelijk de oren bereiken.

> Dit is de belangrijkste verklaring. We kunnen die evenwel nog ingewikkelder maken door te wijzen op een drietal andere factoren, die hier een rol spelen en die we volledigheidshalve willen noemen. Ten eerste hebt U bij de opname een zekere mate van omgevingsgeluid mee op de band gezet, die U normaal stereofonisch hoort. Ten tweede hebt U nu gewerkt met een „dubbele" akoestiek, nl. de akoestiek bij opname en de akoestiek bij weergave. De nagalmverhoudingen liggen hierbij verschillend, vgl. de stemsterkte en de geluidssterkte, die uit de luidspreker kwam. En ten derde bestaat er werkelijk zoiets als een goede of slechte „microfoonstem". De ene stem komt bij een opname aanmerkelijk beter tot zijn recht dan de andere.

Het zal hiermee duidelijk zijn, dat men de kwaliteit van spraak, opgenomen op een registratiemedium nooit moet beoordelen naar zijn eigen stem. Elke andere stem is een betere maatstaf!

Spreken voor een microfoon. Een microfoon dient niet te ver van de spreker verwijderd te zijn. Het directe geluid van de spreker moet de nagalm en eventuele andere geluiden overstemmen. Plaats de microfoon

Projectie van kleurendia's en amateurfilms, met gesynchroniseerd geluid.

Het instuderen van solospel voor concerten, met behulp van een tape recorder (links boven).

Rob van de Bas, de laatste Hollandse minstreel, met zijn draailier (rechts)

De befaamde jazz-trompettist Louis Armstrong bezit een enorme collectie geluidsbanden van favoriete opnamen (links onder).

ook niet te dicht bij, anders wordt de ademhaling hinderlijk hoorbaar en kan het geluid worden vervormd. Een richtlijn voor de goede afstand is 30 cm. In de meeste gevallen spreekt men het beste zo, dat het geluid precies over de rand van de microfoon heen gaat. Dit is een zeer subtiele kunst, die U door experimenteren wel goed kunt aanleren. Omroepers en hoorspelacteurs kennen wat dat betreft precies hun „maat". Zij weten ook, hoe de klinkers en medeklinkers (sisklanken!) in hun stem op de microfoon reageren, of ze eventueel moeten „affecteren", enz. Men kan zich dus wel degelijk toeleggen op een geoefende microfoonstem.

Soms kan men ook, door de microfoon iets te draaien, verbeteringen bereiken. Bepaalde mondgeluiden bv. kunnen dan plotseling veel minder storend werken. Wij kunnen voorts uit ervaring mededelen, dat het ook verschil uitmaakt, hoe men „gedisponeerd" is. In bepaalde stemmingen spreekt men nu eenmaal meer op een juichtoon dan anders en dit is zeker van belang voor al degenen, die een microfoon qua afstand en qua spreekhoek op een gevoelige manier willen leren bespelen.

Er bestaat ook verschil tussen het spreken in staande en in zittende houding.

Microfoonopstelling. Na deze specifieke wenken voor spraakopnamen, volgen hier aanwijzingen voor het maken van microfoonopnamen in het algemeen.

Om te beginnen maakt U het zich wel tot een vaste regel, om niemand over de microfoonkabel te laten struikelen. Dit is zeer irritant, zowel voor degene die struikelt als voor de microfoon zelf, die het beslist niet verdraagt, om met een smak op de grond te vallen. Werk de kabel dus zo mogelijk weg. Leg hem langs een omweg, langs de rand van de kamer, of — als de kabel daarvoor te kort is — onder het vloerkleed door. In ieder geval zo, dat men er ook niet op hoeft te trappen. Vooral bij het gebruik van meerdere microfoons, dient U zich het „kabels wegwerken" tot een vaste gewoonte te maken.

In verband met contactgeluiden is het een goede methode, om microfoons op een kleedje of een dikke plak schuimplastic te zetten.

Plaats de microfoon, behalve bij reportages of zeer eenvoudige opnamen, bij voorkeur op een statief. Er bestaan tafelstatieven en vloerstatieven. Amateurs maken in veel gevallen gebruik van reeds in hun bezit zijnde fotostatieven. Let echter op een stevige bevestiging, zodat de microfoon niet of het statief staat of hangt te trillen.

Hiermee komen we aan een volgend belangrijk punt: bedenk, dat Uw microfoon een gevoelig apparaatje is, dat alle trillingen duizendvoudig versterkt opneemt. Blijft er dus na het opstellen af en laat ook anderen er af blijven. Hetzelfde geldt voor het statief, waar zangers zich niet aan vast moeten klampen resp. er tegen aan schoppen tijdens het opnemen. Laat U ze anders middels een proefopname horen, welke knallen in de luidspreker dit veroorzaakt en zij zullen voorgoed overtuigd zijn. Zet de microfoon

ook niet op de recorder of op dezelfde tafel waarop de recorder staat. Alle mechanische trillingen van de recorder worden in dit geval mee opgenomen.

Wanneer U de microfoon in de hand houdt, bv. bij reportages, omvat hem dan met een rustige, vaste handgreep en laat Uw hand niet trillen of Uw wijsvinger van emotie op de microfoon tikken, wanneer U als geluidsjager de burgemeester interviewt.

Zorg overigens bij dit vraaggesprek, dat zowel U als Uw gesprekspartner onder een redelijke hoek in de microfoon spreken. Is Uw stem sterker dan die van de burgemeester, dan moet U zelf iets verder van de microfoon verwijderd blijven. Let ook op het verschil in afstand, wanneer iemand hard roept of gaat fluisteren. Laat Uw „geluidsbron" zich ook niet teveel heen en weer bewegen!

Bij buitenopnamen spelen factoren als regen en wind een rol. Zij kunnen de opname grondig bederven. Tegen de eerste storing helpt eenvoudig een gewone paraplu; voor wind kan men de microfoon met een zakdoek ongevoeliger maken.

Gewen U aan het richteffekt van de gebruikte microfoon. Een discussie rond een tafel wordt goed opgenomen, wanneer de microfoon in het midden staat en naar alle zijden gevoelig is. Wanneer U slechts een microfoon bezit, die naar één zijde gevoelig is, moet U óf de groepering van de discussiegenoten veranderen óf de microfoon boven de tafel ophangen, met de gevoelige zijde naar beneden gericht.
In het laatste geval mag hij zich uiteraard niet te hoog boven de sprekers bevinden.
Pas de positie van de microfoon ook hier weer aan bij de stemsterkten. Iemand met een zwakke stem moet dichter bij de microfoon zitten dan iemand met een zwaar, vérdragend geluid.

De laatste jaren blijkt, dat conferenties en discussies (ook discussies in de familiekring!) aanzienlijk beter kunnen worden opgenomen met een stereofonische recorder en microfoon. De deelnemers vallen elkaar namelijk bij dergelijke gelegenheden vaak in de rede of er spreken een of meer personen tegelijk. Neemt men het gesprek monoraal op, dan wordt het geluidsbeeld onvoldoende „doorzichtig", d.w.z. men kan de sprekers moeilijk meer uit elkaar halen. Bij stereofonie is dit wezenlijk beter en ook hier blijkt dus, dat deze uitvinding niet slechts van belang is voor muzikale fijnproevers.

Bij gecompliceerde opnamen, bv. van een orkest met solist, is de afstand van de diverse microfoons tot zangers en musici voor een groot deel bepalend voor het resultaat. In het bijzonder het gebruik van meerdere microfoons vereist wel enig overleg en een dosis routine. Technici in studio's raken op het onderwerp microfoonopstelling dan ook nooit uitgekeken.

Zo ligt het voor de hand, dat er een goede „balans" moet zijn tussen het geluid van een orkest en van de solist. Er zijn in een orkest luidklinkende instrumenten zoals in de „kopersectie" (trompetten, hoorns, etc.)

en veel zachtere zoals de „strijkers" (violen, celli, etc.) en bijvoorbeeld een harp. Voor een goed gebalanceerd totaalbeeld van een orkest maakt men in studio's veelal gebruik van meerdere microfoons plus een aparte microfoon voor de solist. De sterkteverhoudingen van de diverse microfoons worden dan op een menglessenaar afzonderlijk geregeld. De niet-professionele geluidstechnicus zal het in veel gevallen in de afstanden van microfoon tot onderwerp moeten zoeken. Ook daarmee valt veel te bereiken, maar experimenteren is noodzakelijk.

Een veel voorkomend geval is het opnemen van zang en pianobegeleiding. Het woord begeleiding is hier veelzeggend, m.a.w. deze moet bescheiden op de achtergrond blijven. Bij het gebruik van één microfoon plaatst U die dus dichter bij de zanger(es) dan bij de piano, hoewel ook weer niet té dichtbij. Enkele proefopnamen, op verschillende afstanden, zullen U dit duidelijk maken. Een zgn. centrale microfoonopstelling kan overigens dikwijls goede resultaten geven.

Akoestische raadgevingen. Microfoonopnamen maakt men zo mogelijk in een stille omgeving. Eventuele luisteraars moeten zich derhalve muisstil houden, tenzij hun gerucht gewenst is als effekt in de opname. Hinderlijk omgevingsrumoer, in gevallen waar U dit niet zelf in de hand hebt, kan worden gecompenseerd door met zachte stem zeer dicht bij de microfoon te spreken.

Zoals bekend, is de akoestiek van de opneemruimte in hoge mate bepalend voor het resultaat. De eenvoudigste regel is, dat lege ruimten doorgaands een „harde" akoestiek hebben en gestoffeerde ruimten een „gedempte" akoestiek. Een hoorbare galm is in bijna alle omstandigheden uit den boze.

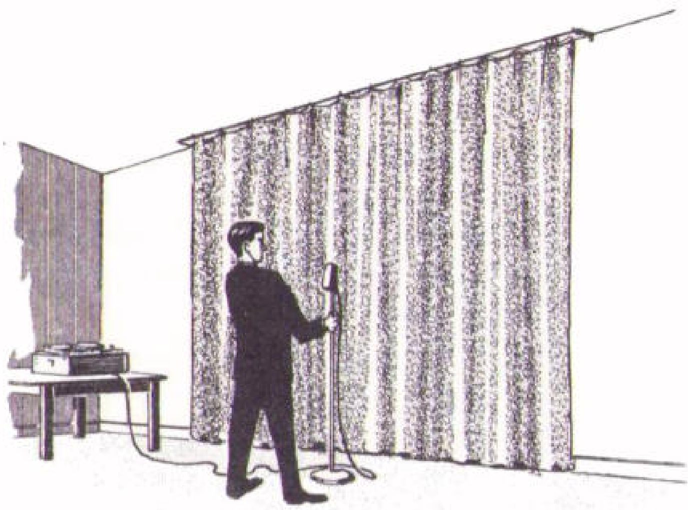


Fig. 49. Voorbeeld van opstelling van microfoon en recorder bij een spraakopname in de huiskamer.

Voor spraakopnamen zoeke men een geschikte achtergrond, bv. een gordijn, waartegen men de microfoon kan plaatsen. Voor muziek verwijdere men desnoods té sterk absorberende voorwerpen als grote fauteuils of tapijten.

In de huiselijke omgeving beschikt men in de regel over ruimten met grote akoestische contrasten. Een badkamer is akoestisch keihard, de keuken en gang iets minder, terwijl er ook tussen slaapkamers, huiskamers en serre's de nodige verschillen in akoestische demping te vinden zijn. Vrijwel elke ruimte produceert een verschillend akoestisch beeld.

Het is zeer wel mogelijk, om U, door enige tijd scherp op akoestische verhoudingen te letten, het benodigde gevoel en de nodige ervaring hiervoor eigen te maken. U zult dan op de duur vanzelf de invloed van zware tapijten, stoelbekledingen, hoge en lage plafonds, de hardheid van muren en houten panelen, de absorberende werking van pleisterwerk, e.d. in verband brengen met de akoestiek van de ruimte waarin U zich bevindt. Dit zal U helpen, om bij het maken van opnamen snel een goede microfoonopstelling te bepalen. Let vooral op het gedrag van de hoge tonen!

Praktische wenken bij het opnemen

Onderbreek een opname nooit zonder strikte noodzaak. U zult er later misschien spijt van hebben, omdat de continuïteit verstoord is en dus geen homogene opname van gelijkblijvende kwaliteit is verkregen. Als U toch moet onderbreken, wijzig dan niets aan microfoonopstelling of regelaars en ga zo spoedig mogelijk weer door. Is er iets verkeerd geweest aan opstelling of instelling en bent U juist om die reden gestopt, begin dan zo mogelijk opnieuw.
Het onderbreken van de continuïteit is dáárom ook niet aan te raden, omdat een opname een uniek gebeuren is. De optredenden of de sprekers zijn er helemaal „in" en het is zeer moeilijk om ze op precies dezelfde manier (enthousiasme, tempo, wijze van voordracht) verder te laten gaan, nadat ze abrupt zijn onderbroken en U een tijdlang prozaïsche technische handelingen hebben zien verrichten.
Dit geldt niet alleen voor het opnemen van muzikale prestaties of voordracht, maar ook voor reportages en familietafereeltjes.
Bij hoorspelen e.d. ligt de zaak anders, omdat deze in verschillende scènes worden opgenomen. Bovendien gaat men daarbij te werk volgens een draaiboek, evenals in een filmstudio gebruikelijk is.
Een technische reden om niet te onderbreken is, dat er op de band klikken van de stop- en startschakelaar kunnen ontstaan. Het verdient derhalve de voorkeur, om de zgn. pauzetoets te gebruiken, die geen invloed heeft op de elektronische schakeling.

Wijzig de opnamesterkte nooit te plotseling. Dit is bij het afspelen duidelijk te horen. Een opname moet zodanig zijn, dat er bij het weergeven in principe niets aan bijgeregeld hoeft te worden.

Spreek met de optredenden en andere aanwezigen tevoren af, dat ze

zich aan Uw aanwijzingen houden. U moet in het vertrek tijdelijk heer en meester zijn, óf U moet een regisseur aanwijzen en zelf de techniek voor Uw rekening nemen. Vooral met een grote groep personen kunt U dit niet aan het toeval overlaten. Er zijn zeer eenvoudige tekens, ook in studio's gebruikelijk, om het begin van elke opname aan te kondigen:

* een *opgeheven wijsvinger* betekent: stilte voor opname;
* de *hand omlaag laten vallen* betekent: beginnen met spelen;
* *duim en wijsvinger tegen elkaar op en neer bewegen* (zoals de snavel van een vogel open en dicht gaat!) betekent: beginnen met spreken.

Wilt U het nog mooier doen, dan is het in studio's gebruikelijke wachtwoord: *opname 5 seconden na nú!* . . . .

Stel de optredenden vooral op hun gemak. Bereid de opname goed voor, zodat U zeker van Uw zaak bent. Proefopnamen kunt U bijvoorbeeld dikwijls ongemerkt maken.

Een microfoon heeft op vele mensen een magische invloed. Al weet men, dat U Uw bandje niet naar de radio-omroep stuurt . . . zodra er een opname wordt gemaakt, valt de ongedwongenheid weg. De meest geroutineerde praters gaan plotseling hakkelen, gaan „deftig" praten of weten helemaal niets meer te zeggen. Dit kunt U voorkomen, niet door de zaak te forceren, maar door kalm en onverschillig te werk te gaan en eventueel zelf het gewenste gesprek uit te lokken.

Opnemen van radio of platenspeler

Neem nooit radioprogramma's op door de microfoon voor de luidspreker van het radiotoestel te houden, maar gebruik de aansluitkabel voor een rechtstreekse verbinding. Zie hiervoor ook hoofdstuk III, paragraaf J.

Dezelfde aansluitkabel kan dienen voor de verbinding met een platenspeler.

Er dient hier met nadruk op te worden gewezen, dat het overnemen van grammofoonplaten alleen mag geschieden voorzover geen inbreuk wordt gemaakt op de rechten van derden. Deze auteursrechtenclausule, die ook geldt voor andere gevallen waar opnamen worden gemaakt of kunstwerken in het openbaar worden uitgevoerd, is in het leven geroepen om de rechten van auteurs, componisten of uitvoerenden te beschermen. Hoewel er in de diverse landen in de naleving van dit auteursrecht en de controle daarop aanzienlijke verschillen bestaan, doet men er goed aan er zich steeds rekenschap van te geven.
In het algemeen wordt het maken van opnamen voor gebruik in de privé-sfeer niet vervolgd.

Het overspelen van een grammofoonplaat op band is technisch zeer eenvoudig. Men draait de sterkteregelaar van de recorder geheel op nul. Tegelijk met het indrukken van de opneemknop blokkeert men het mechanisme door de pauzetoets eveneens in te drukken. Daarna de plaat laten draaien en de toonopnemer op de plaat zetten. Onmiddellijk hierna de pauzetoets ontgrendelen zodat de recorder loopt en de sterkteregelaars opendraaien. Volgt U deze procedure niet, dan begint de band met gekras en andere storingen.

Bij gebruik van een nog niet beschadigde of weinig gespeelde plaat, van een goede platenspeler en een goede aansluitkabel, zal de kwaliteit van de opname praktisch niet van die van de plaat te onderscheiden zijn. Veel mensen gebruiken na het kopiëren van de plaat bij voorkeur de bandopname, omdat deze niet zo aan mechanische slijtage onderhevig is, en zelfs na duizend keer spelen niet in kwaliteit achteruitgaat.

Kopiëren van band op band

Een duplicaat van een band kan eveneens gemakkelijk worden vervaardigd, al heeft men hier twee recorders voor nodig. De aansluitkabel wordt bij de *afspelende* machine in de stekerbus „uitgang" en bij de *opnemende* machine in de stekerbus „ingang" gestoken. Beide recorders mogen met een hogere snelheid dan oorspronkelijk draaien, mits de snelheden gelijk zijn. De kopie is dan eerder gereed en er zal meestal een verwaarloosbaar verlies aan kwaliteit optreden.
Praktisch geen verlies ontstaat, wanneer men op dezelfde snelheid kopieert. Bij een lagere snelheid vermindert, zoals bekend, het frequentiebereik.

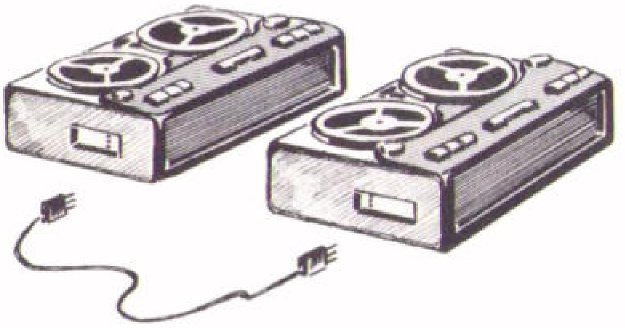


Fig. 50. Kopiëren op een andere recorder.
Links de ‚afspelende' machine (uitgang) en rechts de ‚opnemende' machine (ingang).
Dezelfde opstelling kan men ook voor het samenvoegen van programmaonderdelen gebruiken (montage zonder knippen en plakken), waarbij op de rechtse machine de definitieve band ontstaat.

Let op het „klikken" van de schakelaars! Precies zo te werk gaan als bij het overnemen van grammofoonplaten, alleen start U nu in plaats van de platenspeler de „afspelende" recorder. Als compensatie voor de aanloopgroef, die U bij de plaat de tijd verschafte om de „opnemende" recorder definitief te starten, zet U de te kopiëren band iets terug, dus een eindje vóór de passage die U wilt overnemen. Als deze band loopt, kijkt U naar de sterkte-indicator van de opnemende machine en stelt het volume aan de hand daarvan in. Aangekomen bij de passage, die U wilt kopiëren, wordt de pauzetoets van de opnemende machine ontgrendeld en er wordt opgenomen. U kunt het loopwerk van de afspelende machine natuurlijk ook

door middel van zijn pauzetoets even vasthouden op het moment, dat de passage begint.
Dit alles is vrij gemakkelijk met twee handen uit te voeren. Een paar keer oefenen geeft U de gewenste vaardigheid.

Geluidsmontages

Het „monteren" van geluidsbanden (in het Engels „editing", d.i. redigeren of samenstellen) komt in de recording-praktijk zeer veel voor.
De magnetische registratie heeft het monteren bijzonder gemakkelijk gemaakt. Men hoeft de band maar door te knippen en met plakband te plakken en er ontstaan legio mogelijkheden. Zo kan men fouten en ongewenste passages uit zijn opnamen verwijderen, aankondigingen invoegen of ver-

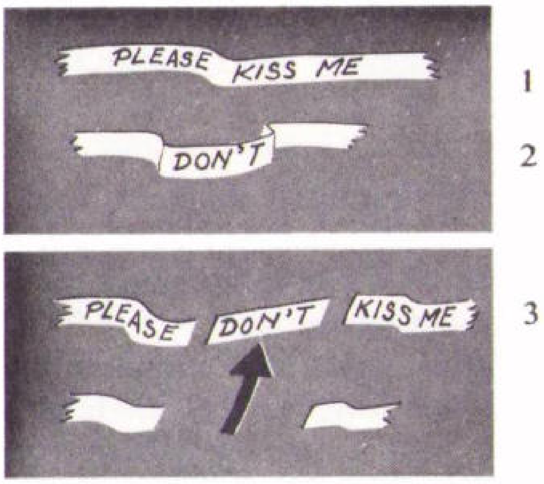


Fig. 51. Voorbeeld van een eenvoudige geluidsmontage..
1. Oorspronkelijke opname; 2. separaat opgenomen inlas; 3. nieuwe volgorde.

schuiven naar een andere plaats, muziekstukken inkorten. Zelfs kan men een enkele noot verwijderen. Programma-gedeelten, die op verschillende plaatsen ontstaan zijn, kunnen later in alle rust gecombineerd worden tot een goed geheel.
Dit alles kan geschieden met grote nauwkeurigheid en met onhoorbare lassen, die — indien onderstaande wenken worden opgevolgd, — nauwelijks meer kunnen loslaten.
Een waarschuwing: let er altijd op, dat een band van meerdere geluidssporen kan zijn voorzien. Het gedeelte dat U er uit knipt of verplaatst mag maar één geluidsspoor bevatten. Hier houdt U dus bij het maken van opnamen rekening mee. De andere sporen kunt U altijd later nog benutten voor opnamen waarin niet gemonteerd hoeft te worden. Bij een goede recorder en met een goede kwaliteit band, zal deze laatste niet vanzelf breken, zoals een oude film in de bioscoop. Vooral PVC-banden kunnen eventueel een flinke ruk wel verdragen.

Hieronder volgt het simpele recept voor het plakken van geluidsbanden: Verschaft U een rolletje speciale plakband. Dit is bij Uw handelaar te krijgen. Gebruik beslist geen plakband zoals U die op kantoor of in de huishouding gebruikt, gezien het kleefmiddel daar soms onderuit komt en catastrophes in de bandloop het gevolg kunnen zijn.

Handel nu als volgt:

a. knip het gewenste deel uit de band;

b. leg de einden die U wilt lassen overlappend over elkaar en knip ze tezamen schuin door; (een schuine las passeert onhoorbaar);

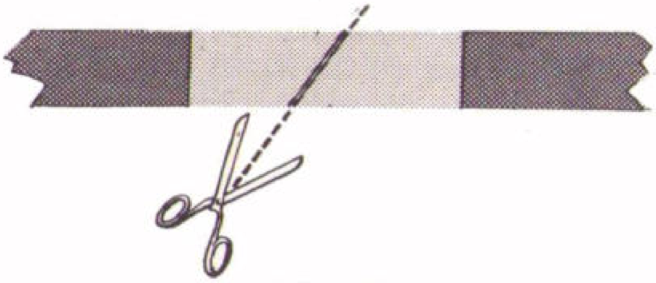


Fig. 52

c. leg de einden nauwkeurig tegen elkaar en plak er een stukje plakband van ongeveer 2 centimeter lengte overheen, aan de ongevoelige (gladde) zijde van de band.

U hebt nu een perfecte las gemaakt.

Zorgt U wel, dat er bij kritische lassen (bv. bij trucages) de juiste spatie tussen de samengevoegde geluiden aanwezig is. Bij een te krappe las springt het ene woord anders in het ander over, zodat voor een ieder duidelijk te horen is dat er een ingreep in de band heeft plaatsgevonden.

Nog enkele praktische opmerkingen. Gebruik voor het knippen van band nooit een schaar die door een of andere oorzaak magnetisch is geworden. Knip bij voorkeur onder een hoek van 30 tot 40 graden voor de grootste trekvastheid. Speciale recorderplakband is even breed als de geluidsband zelf. Zorg, dat plakband volkomen recht en parallel met de band wordt aangebracht. Eventuele luchtblaasjes tussen plakband en geluidsband met de nagel wegstrijken.

Als U het voor het kiezen hebt, kiest U voor banden waarin gemonteerd moet worden de hoogste snelheid. Hoe lager de snelheid, des te nauwkeuriger moet het plakken geschieden. De juiste passage op de band wordt opgezocht door het betreffende gedeelte langzaam voorbij de weergeefkop te draaien (met de hand de spoel bewegen; recorder in weergeefstand, met pauzetoets ingedrukt).

Men kan bij het samenstellen van geluidsmontages ook trachten om knippen en plakken te vermijden. Er wordt dan met twee recorders gewerkt en alle samenstellende programma-gedeelten worden bij stukjes en beetjes van de afspelende recorder op de opnemende recorder overgebracht. Op de laatste ontstaat dan de definitieve „master"-band of moederband. Deze methode wordt veel gevolgd bij het samenstellen van selekties, het toevoegen van geluidseffekten en aankondigingen e.d. Er wordt, hoewel enigszins ten koste van de geluidskwaliteit, veel moeite en zelfs band mee bespaard. Tevens valt het risico van onherstelbare vergissingen er mee weg, kan men „infaden" en „uitfaden" en correcties met de regelaars aanbrengen.

Het geluidsarchief

De volgende raadgevingen hebben betrekking op het op de juiste wijze behandelen van de opgenomen geluidsbanden en op het bewaren ervan. Goede banden zijn niet goedkoop en het loont dus zeker de moeite, om er aandacht aan te besteden. Vooral wanneer ze voorzien zijn van opnamen, die U gedurende langere tijd wilt bewaren.
Wat zou het niet jammer zijn als de kostbare band met de stemmen van Uw kinderen in allerlei fazen van hun opgroeiende leven, verloren, gewist of beschadigd zou worden. U wilt de stem van Uw zoon waarschijnlijk over 20 jaar, op zijn trouwdag, nog kunnen laten horen. De opnamen die U maakt in 1967 vormen wellicht in 1980 voor U de mooiste geluidssnapshots, waaraan U nog meer waarde hecht dan aan foto's.
Inferieure geluidsbanden kunnen door mechanische slijtage Uw plezier grondig bederven. Bovendien bederven ze de recorder en veroorzaken storingen. Het geld, dat U spaart door het kopen van goedkoop bandmateriaal, verliest U alleen al dubbel en dwars aan reparatiekosten voor Uw recorder. Geluidsbanden zijn in het algemeen gedurende onbeperkte tijd houdbaar en verliezen hun magnetisme niet. Er treedt door het afspelen ook geen kwaliteitsverlies op, vooropgesteld dat de recorder mechanisch in orde is.

De kwaliteit wordt aangetast, wanneer de recorder niet schoon is of de bandspoelen worden blootgesteld aan stof, te hoge resp. te lage temperaturen, vochtigheid, wrijving (slip!) en ongewenste magnetische invloeden. Leg banden dus als regel niet in de zon, op de schoorsteenmantel of in de badkamer. De beste temperatuur voor geluidsband blijft de omgevingstemperatuur. Goede bandfabrikaten laten daarboven en daaronder een vrij ruime speling toe. Hetzelfde geldt voor de vochtigheidsgraad.

Bewaar Uw banden echter nooit in de directe omgeving van elektrische apparaten of motoren, gezien daar magnetische velden kunnen optreden. Bij voorkeur dus ook niet in radiomeubels en bij versterkers, luidsprekers of microfoons.

Zorg dat de band op regelmatige wijze door de recorder loopt en regelmatig wordt opgespoeld: niet te strak en niet te los. Gebruik geen verbogen spoelen.

Bewaar Uw banden stofvrij in gesloten dozen.

De meeste banden worden geleverd in zgn. archiefdozen. Deze zijn stevig, sluiten goed af en kunnen rechtop als boeken worden bewaard. Voorts bevatten ze ruimte voor het maken van notities, zoals titel, speelduur van elk programmadeel, bandsnelheid, datum en plaats van opname.

Houdt U vooral de hand aan het stelselmatig maken van notities na elke opname. Het is een onbegonnen werk, om verschillende snelheden,

sporen, standen van de bandlengte-indicator etc. uit het hoofd te onthouden of ze telkens door „proberen" terug te vinden. U kunt aan het bandje zelf nu eenmaal niets zien!

Vooral het gebruik van meerdere sporen maakt catalogiseren noodzakelijk. Behalve notities en nummers op de dozen kunt U natuurlijk ook een algemene catalogus van Uw banden aanleggen, bij voorkeur in een losbladig cahier. Bij het overbrengen van een opname van bv. spoor 3 op band *M* naar spoor 1 op band *X* behoeft U dan in het cahier alleen een blad naar achteren te verplaatsen.

Het systematisch indelen is niet alleen gemakkelijk en efficiënt (het is best denkbaar dat U anders een uur verspilt met zoeken!), het is ook economisch. U bent er nl. door in de gelegenheid elke centimeter band goed te benutten en precies uit te rekenen op welke band en op welk spoor nog een stukje vrij is voor iets nieuws.

In een denkbeeldig geval ontstaat bv. de volgende indeling:

— — — — — — — — — — — — — — — — —

Band A. *Populaire muziek*. Snelheid 9,5 cm.
Spoor 1. Tellerstand 1-110. Tophits uit 1960. Opgenomen . . .
Tellerstand 115-160. Walsenpotpourri. Opgenomen . .
etc.

Spoor 2. Tellerstand 1-60. Marsen. Opgenomen . . . .
etc.

Spoor 3. Tellerstand 1-140. Filmmuziek. Opgenomen . . . . .
etc.

Spoor 4. Tellerstand 1-180. Dansmuziek. Opgenomen . . . .
etc.

Band K. *Klassieke muziek*. Snelheid 19 cm.
Spoor 1. Tellerstand 1-360. Vioolconcert Max Bruch. Opg. . . .
etc.

Band O. *Familie-geluidsalbum (algemeen)*. Snelheid 9,5 cm.
etc.

Band P. *Geluidsalbum dochter*. Snelheid 9,5 cm.
etc.

Band Q. *Geluidsalbum zoon*. Snelheid 9,5 cm.
etc.

Band R. *Lezingen*. Snelheid 4,75 cm.
etc.

Band S. *Hoorspelen*. Snelheid 9,5 cm.
etc.

— — — — — — — — — — — — — — — — —

Voor het direct kunnen onderscheiden van „kop" en „staart" van een band, is het gebruik van gekleurde stukken aanloopband aan te bevelen. Spoor 1 wordt bv. gemarkeerd door 1 tot 1½ meter groen aanloopband. Na het omdraaien van de spoel begint spoor 4 met dito rode band. Aanloopbanden (Eng.: leader-tapes) zijn met potlood of ballpoint te beschrijven, zodat U daarop ook notities over de inhoud van Uw geluidsbanden kunt maken.

N.B. Tussen de gekleurde aanloopband en de magnetische band is dikwijls een stukje zilverkleurige, gemetalliseerde band aangebracht, die dient voor het automatisch uitschakelen van het mechanisme van de recorder. In dat geval moet in de recorder een speciaal relais zijn ingebouwd.

Wegwijzer voor spraakopnamen

Goede spreker uitzoeken (eventueel testen en trainen); gunstige microfoonopstelling kiezen (let op akoestiek en contactgeluiden); juiste spreekafstand vaststellen (vooral bij groepen); aanwijzingen geven voor te gebruiken tekens aan spreker; stoorgeluiden uitsluiten (tikkende of slaande klokken, geluiden van buiten); tekst voorbereiden (liefst kort en kernachtig houden); ritselend papier vermijden; microfoon niet te dicht bij recorder plaatsen; de zinnen niet te kort op elkaar uitspreken; goede expressie van de stem, passend bij de soort tekst. Geen hoogdravende spreektrant! Goed articuleren. Let op sisklanken en „platte" klinkers.

Wegwijzer voor reportages

Situatie ter plaatse verkennen. Let bij gebruik van wisselstroomrecorders op aanwezigheid van de juiste netspanning en de plaats van stopcontacten. Eventueel verlengsnoeren meenemen. Voldoende band meenemen. Tijdschema resp. draaiboek opstellen.

Bij pauze tijdig van band verwisselen, ook al is de lopende band nog niet geheel vol.

Reportage komt van „rapporteren". Bedenk vooraf wat U gaat zeggen, vragen of bewijzen en werk naar de kern van de zaak toe. Vermijdt onnodige uitweidingen en dwaal niet te ver af van het thema. Zorg voor een pakkend begin en voor voldoende afwisseling.

Een speciale tip voor interviews: Wanneer Uw interview niet goed op gang komt of na een proefopname droog en weinig levendig blijkt, schakel dan een tweede interviewer in en stel de vragen om de beurt. Tien tegen één, dat ook de geïnterviewden beter loskomen!

Wegwijzer voor muziekopnamen

Beste microfoonopstelling experimenteel vaststellen.
Zo mogelijk richten op de geluidsbundel.
Stoorgeluiden uitsluiten.

Zang: Staande zingen. Voor normale zang niet te dicht bij de microfoon; crooners zo dicht als experimenteel verantwoord blijkt.
Let goed op articuleren. Sisklanken niet teveel geprononceerd.
Laat proefopname uitwijzen of de gezongen tekst te verstaan is.
Bij koorzang de uitvoerenden zo dicht mogelijk bij de microfoon halen.

Piano: Microfoon nooit op de piano plaatsen, maar ernaast of erboven; afstand 1 tot 3 meter, naar gelang van akoestiek.
Richten op hoge tonen. Zorg voor geruisloze pedalen.
Klankkast openen.
Vleugelpiano: Afstand ½ tot 1 meter; hoogte ongeveer 1½ meter.

Orgel: Microfoon midden vóór het orgel plaatsen, of enigszins op de hoge tonen gericht. Genoeg afstand bewaren om het hele geluidsbeeld te omvatten.

Viool: Microfoon richten op klankgaten van viool (bovenblad); afstand ongeveer ½ meter.
Let op bijgeluiden van strijkstokken.

Blaasinstrumenten: Microfoon richten op beker. Afstand ongeveer 2 meter.

Begeleiding bij solist: Begeleiding mag niet domineren. Piano gesloten houden en zacht bespelen. Zo mogelijk twee aparte microfoons gebruiken.

Orkest: Microfoon(s) hoog opstellen of ophangen. Bij symphonieorkest of strijkje de voornaamste microfoon 1½ meter achter en 1 meter boven de dirigent. Andere microfoons opstellen bij a. eventuele solisten; b. groep zachte instrumenten; c. groep luide instrumenten. Afstanden proefondervindelijk vaststellen.
Let op zaalakoestiek of podiumakoestiek.

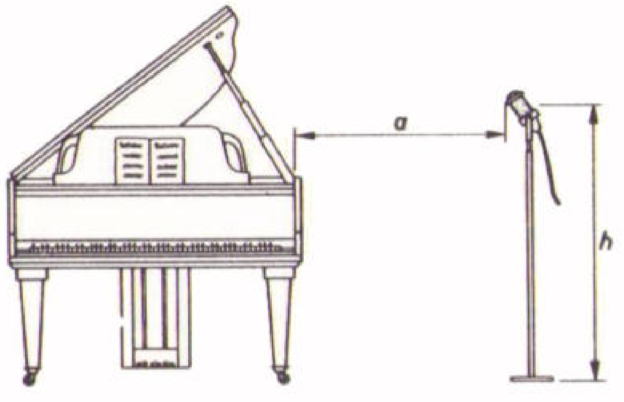


Fig. 53. Bij het opnemen van pianospel, de vleugel openzetten. Afstand *a* tussen microfoon en vleugel 50 à 100 cm; de hoogte *h* van de microfoon moet ongeveer 150 cm bedragen.

Wegwijzer voor „gemengde" opnamen

Systeem van montage vaststellen (rechtstreeks mengen, de kopieermethode of knippen en plakken). Eén geluidsspoor gebruiken wanneer later geknipt moet worden.

Eventueel mengkastje gebruiken voor meerdere ingangen (bv. 2 microfoons, radio en platenspeler). Juiste sterkteverhoudingen tussen muziek en spraak bepalen. Eventueel hoofdtelefoon gebruiken voor controle van goede sterkteverhoudingen tijdens opnemen.

Microfoon niet te dicht bij recorder of platenspeler plaatsen.

Het maken van klankbeelden en hoorspelen

Klankbeelden en hoorspelen staan in opinie-onderzoeken bovenaan als de populairste vorm van radiouitzendingen. Zoals de toepassing van magnetische recorders het produceren van deze programma's in de radiostudio uitermate heeft vereenvoudigd, is het ook niet verwonderlijk dat ze bij de recorderamateur favoriet zijn geworden. Uw recorder leent zich immers bij uitstek voor alle vormen van „samengestelde" programma's door de mogelijkheid van monteren en van correcties.

Het zelf „inblikken" van een klankbeeld is een fascinerende bezigheid en geeft zeer veel voldoening. De eerste eis is uiteraard het vinden van een goed idee voor het onderwerp. Daarna schrijft U de tekst en maakt U een draaiboek, met daarin vermeld de te gebruiken geluiden, de achtergrondmuziek, etc.

Voor het idee kunt U bv. een grappig of interessant voorval uit Uw eigen leven als basis laten fungeren. Hebt U journalistieke of litteraire aanleg, dan zal het U des te gemakkelijker vallen om daaromheen een intrige te verzinnen en zo tot een boeiende vormgeving te komen. Het is echter niet nodig om het persé moeilijk te maken; vooral niet in het begin. Behalve voorvallen of periodes uit Uw eigen leven, zijn er ontelbare geschikte onderwerpen te vinden in die van Uw huisgenoten, familieleden, e.d. Zij zullen zich misschien niet direct bereid verklaren tot medewerking, maar na enig aanhouden raken ze meestal zeer geïnteresseerd en gaan enthousiast meedoen.

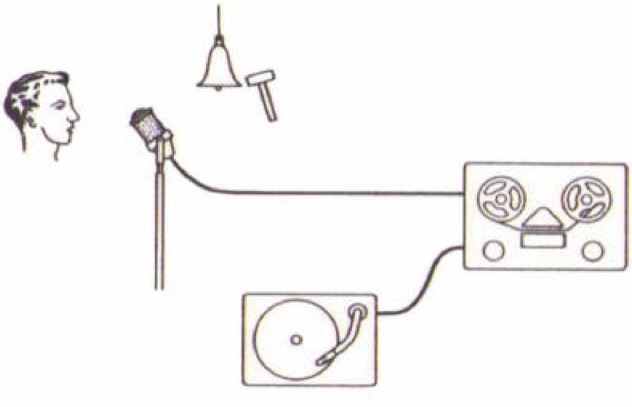


Fig. 54. Het opnemen van een hoorspel met behulp van één microfoon en een platenspeler.

Neutralere onderwerpen vindt U bij het verklanken van de levensloop van mensen die Uw zeer bewondert en die te maken hebben met Uw liefhebberijen (componisten, uitvinders, staatslieden, schilders, sportfiguren, e.d.). Hierbij gaat men zich echter gauw spiegelen aan de professionele klankbeelden van de radio-omroep en dreigt het gevaar van een te pretentieuze aanpak. Wij willen niet nalaten hiervoor te waarschuwen, want „pretentie" straft zichzelf bij elke vorm van amateurisme. Men moet al zeer geoefend zijn en maat weten te houden, om zich in de smalfilmerij en bij het geluidsamateurisme niet te blameren met een pompeuze verfilming of verklanking. Dit blijkt bij elke film- of geluidswedstrijd, waar de jury altijd even speciaal rechtop gaat zitten wanneer er weer een titel verschijnt met: „De P. Jansen-Studio's presenteert . . . .", begeleid door enorme fanfares. En Uw eigen huisgenoten zijn vaak niet minder kritisch ten opzichte van Uw werk.

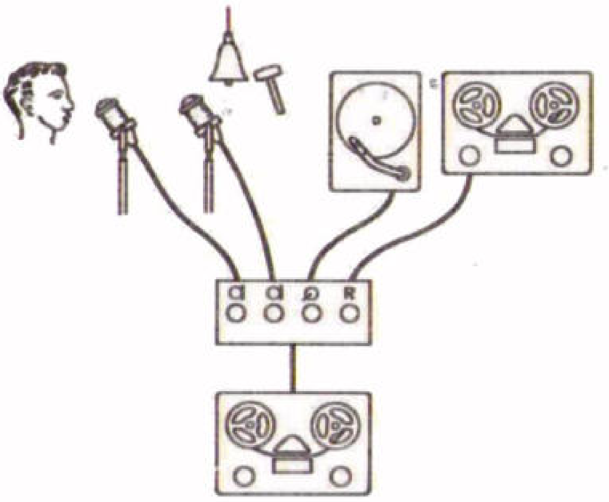


Fig. 55. Toepassing van een speciaal mengkastje bij het opnemen van hoorspelen. Eén microfoon wordt voor spraak gebruikt, een tweede voor de geluidseffekten, terwijl tevens muziek of geluiden kunnen worden opgenomen van een platenspeler en een recorder.

Eenvoud is dus, vooral bij Uw eerste klankbeelden, geboden. Bereid de zaak weer goed voor en kies de medewerkenden met zorg. Wanneer U bv. een stunt wilt uithalen bij een bruiloft en de levensloop van bruid en bruidegom ten gehore wilt brengen, zorg dan allereerst dat de stemmen in het klankbeeld zoveel mogelijk overeenstemmen met die van de a.s. huwelijkspartners. Lukt dit niet, dan kunt U deze beter niet „sprekend invoeren", zoals dat heet, maar liever weglaten. Het is zeer wel mogelijk, om bij klankbeelden *over* de mensen te praten en ze daardoor tot het middelpunt van het verhaal te maken. Ook bij jubilea valt het dikwijls op, dat juist die ene scène van de revue mislukt, waar men heeft getracht de jubilaris te imiteren. Er blijft dan een onbevredigd gevoel hangen en op zijn minst heeft men zich allerlei onnodige moeilijkheden op de hals gehaald.

Een derde advies, dat wij U willen geven is: maak het niet te lang. Het is in dit verband voldoende om het voorbeeld aan te halen van de vervelende buurman, die persé al zijn 300 kleurendia's wil vertonen, wanneer U

bij hem op bezoek bent. Wees kort, krachtig, origineel, niet te zwaar op de hand en . . . . zorg dat het verhaal dat U wilt vertellen goed overkomt. Vraag desnoods het kritisch oordeel van iemand anders, alvorens U het klankbeeld gaat produceren.

Als U de geschikte muzikale begeleiding hebt geselecteerd uit de ter beschikking staande grammofoonplaten (radio en amateurmusici vormen een andere belangrijke bron!), begint het vaststellen van de **achtergrondgeluiden.** Die kunt U in de meeste gevallen zelf maken, met primitieve middelen. Hieronder volgen enkele suggesties:

— — — — — — — — — — — — — — — — —

knetterend vuur	— een stuk cellofaan, plastic of papier vlak voor de microfoon verfrommelen;
brekende takken	— lucifers doorbreken;
storm of wind	— ch-geluid met de mond, ballon leeg laten lopen of een dun stuk textiel over een plankje trekken;
regen	— fijn grint, erwten of rijst op een trommel of metalen plaat strooien;
zware regenval	— zakje met suiker leegstrooien op strak gehouden vel papier;
onweer	— een stuk blik krachtig heen en weer schudden;
donderslag	— op het blik slaan;
branding	— borsteltje over trommelvel bewegen;
golven	— hand in bak met water bewegen;
golven tegen de rotsen	— luchtballonnetje met enkele graankorreltjes erin voorzichtig bewegen;
roeiboot	— met plankje in bak met water plonsen; scharnier laten piepen;
voetstappen op tuinpad	— op en neer lopen in kist met grint;
voetstappen in sneeuw	— pakje stijfsel of aardappelmeel tussen de handen drukken;
hoefgetrappel	— met halve kokosnoten of tennisballen op hard oppervlak slaan;
vogelgefluit	— speelgoedfluitje;
fluit van sleepboot	— hard in flessenhals blazen; door water in de fles kan toonhoogte worden geregeld;
dichtklappen autodeur	— zwaar boek met een plof op de grond laten vallen;
piepende remmen	— krassen van metaal over glas;
botsing	— blikken platen laten vallen;
locomotief	— imitatie met de mond; schuurpapier (op blokjes) over elkaar wrijven; met borstel over keukenrasp wrijven, boven een kartonnen doos;

ontsnappen van stoom	— hete soldeerbout in water steken;
geweerschot	— met lineaal op leren stoel slaan;
lift	— stofzuiger aan en uitschakelen;
vervormde stem	— in blikken bus of door een buis praten;
galmeffect	— spreken of zingen in klankkast van piano.

Zo kunnen er nog ontelbare geluiden worden nagebootst, die uit de natuur zijn af te leiden. De lijst wordt al direct uitgebreid, wanneer U allerlei voorwerpen die bij de hand liggen, voor de microfoon geluid laat veroorzaken en dan nagaat waar dit bij het weergeven op lijkt. Met een recorder die ook afzonderlijk als microfoonversterker gebruikt kan worden, is het effect zelfs direct te beoordelen en kunt U het ritme van de beweging bv. gemakkelijker instuderen. Er bestaan ook speciale grammofoonplaten met achtergrondgeluiden, voornamelijk die welke moeilijk door de amateur kunnen worden nagebootst (vliegtuiggeronk, geluid van speciale types van auto's, applaus en stemmengeroezemoes uit een grote concertzaal). Vele geluiden kan men zelf op allerlei plaatsen in de stad of in de vrije natuur opnemen, bv. met een batterijrecorder.

Wanneer een opgenomen geluidseffect van te korte duur is, kunt U het losknippen en er een bandlus van maken. Deze lus continu afspelen op de ene recorder en (via de verbindingskabel) opnemen op de andere, tot U voldoende lengte van het gewenste geluid hebt verkregen. Is het stukje te kort voor een lus, dan gewoon met blanco band verlengen tot het op de recorder past. Te lange lussen kunt U over flessenhalzen laten lopen.

Het tot dusverre besprokene over klankbeelden geldt ook voor hoorspelen. Het verschil tussen beide vormen ligt voornamelijk in het gesproken woord: bij klankbeelden treedt een „verteller" op en bij hoorspelen is sprake van een dialoog tussen verschillende personen, d.w.z. men voert een spel op, waarbij elke stem een bepaalde persoon voorstelt. De geluidseffekten worden bij een hoorspel ook meer organisch in het spel verwerkt en ze krijgen minder nadruk dan in een klankbeeld.

Geluid bij dia's en amateurfilms

Het aantal amateurs op het gebied van 8 mm en 16 mm smalfilm en vooral van hen, die regelmatig kleurendia's maken, is de laatste jaren enorm toegenomen. Beide categorieën kunnen zonder veel moeite een belangrijk element aan hun dia- of filmvertoningen toevoegen: geluid....

Door het opnemen van authentieke geluiden bij familiefilmpjes of dia's waarop echtgenoten, de kinderen en andere verwanten of kennissen zijn afgebeeld, kunnen deze vanzelfsprekend in waarde winnen. De geluiden, later nog aangevuld met gesproken commentaar en „achtergrond-

Recorders in gebruik voor het opnemen van een lezing (links boven), van exotische geluiden tijdens een expeditie (rechts) en tijdens een verkeerstelling (links onder).

Het opnemen van een liedje bij de gitaar, in een geïmproviseerde geluidsstudio voor jeugdige hobbyïsten.

Tape-clubs vindt men thans in vele landen. De leden voeren „geluidscorrespondentie" op de band, nemen deel aan wedstrijden en geven eigen tijdschriften en ledenlijsten uit, waarin persoonlijke gegevens en o.a. de gegevens over hun recorders zijn vermeld.

Geluidsjagers aan het werk, bij het maken van een klankbeeld met geluidseffekten.

muziek", zullen bijdragen tot een perfecte voorstelling, die de amateur met trots aan familie en vrienden zal tonen.

Over geluid bij het vertonen van dia's spraken wij reeds in het hoofdstuk „Aansluitingen en toebehoren", waar het dia-stuurapparaat aan de orde kwam. Het is met dit apparaat dus mogelijk, in combinatie met een zgn. automatische diaprojector, de „commando's" voor het wisselen van de plaatjes van tevoren vast te leggen, synchroon met het geluidsprogramma, dat zich op een ander spoor bevindt. Bij de uiteindelijke voorstelling wordt het geluid weergegeven én geschiedt het wisselen van de dia's geheel automatisch en synchroon met het geluid.

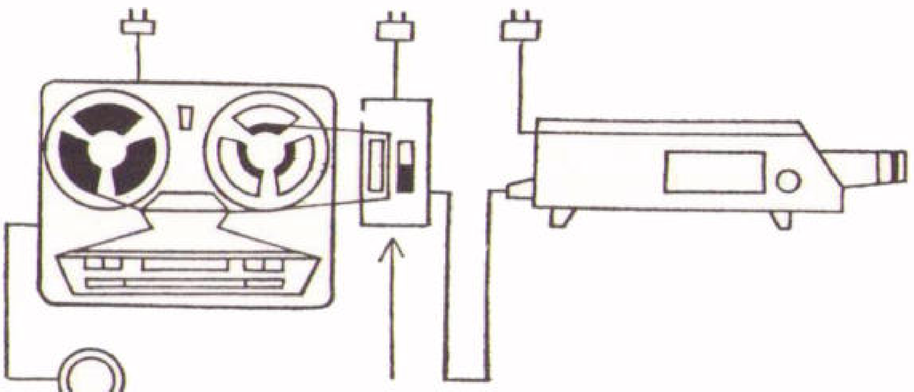


Fig. 56. De band passeert de magneetkop van het diastuurapparaat alvorens de opwikkelspoel te bereiken. Rechts de automatische diaprojector.

Wij zullen hier enkele tips laten volgen voor het maken van het geluidsprogramma. Pas wanneer dit geheel gereed is, worden met behulp van het stuurapparaat de impulsen voor het wisselen van de plaatjes op de band aangebracht.

Het maken van een eenvoudig draaiboek is zeer aan te bevelen en in de meeste gevallen zelfs noodzakelijk. Het dient te bevatten:

1. Nummerieke volgorde van de dia's
2. Omschrijving van de afbeelding
3. Uit te spreken commentaar
4. Eventuele extra geluiden van band of plaat
5. Tijdsduur, benodigd voor elke scène.

Het beste worden voor deze vijf elementen aparte kolommen op een vel papier getekend, op de volgende manier:

No.	Omschrijving	Commentaar	Geluiden	Tijdsduur
1	....	....	....	....
2	....	....	....	....

Allereerst wordt de serie dia's zodanig gesorteerd, dat er een „verhaal" ontstaat waarbij een interessant en duidelijk commentaar mogelijk is. Er moet namelijk een lijn in het verhaal zitten; niets is zo verwarrend voor de toeschouwers als een vertoning, waar beeld en geluid van de hak op de tak springen. Men dient ook te bedenken, dat de situaties en afbeeldingen voor vele toeschouwers misschien geheel nieuw zijn en dat zij dus de tijd moeten hebben om alles goed in zich op te nemen.

Men sorteert vervolgens de voorhanden zijnde geluiden. Dit kunnen de reeds vermelde authentieke opnamen zijn, die ten tijde van het fotograferen van de dia's gemaakt werden. Er kunnen echter ook geluiden van andere banden worden ingelast, b.v. effektgeluiden en passende muziek. In veel gevallen zullen grammofoonplaten kunnen worden gebruikt, waarbij men uiteraard rekening dient te houden met de bestaande voorschriften van auteursrechten.

Als men zich een idee heeft gevormd van de begeleidende muziek en andere geluiden en van de momenten waar men deze moet „infaden" en „uitfaden", wordt het draaiboek zover mogelijk reeds ingevuld. Vervolgens wordt het commentaar geschreven, steeds rekening houdend met de tijdsduur en de aard van de reeds ingevulde geluiden. Het is hierbij belangrijk, aan te tekenen hoe sterk deze laatste moeten worden opgenomen, daar het commentaar er niet mee in conflict mag komen. Enig experimenteren zal hiervoor wel nodig zijn, doch het is bijzonder plezierig werk, dat de maker van het programma zeker evenveel genoegen zal verschaffen als straks de toeschouwer bij de voorstelling.

Het nauwkeurig „timen" geschiedt met een chronometer of een horloge met secondewijzer.

De gang van zaken bij het draaiboek, is natuurlijk geheel afhankelijk van de daarbij betrokken apparatuur. Het zal dikwijls raadzaam zijn, om assistentie in te roepen voor het op tijd bedienen van één of meerdere recorders, zeker wanneer men zelf het commentaar spreekt. Het zou te ver voeren, hier alle mogelijke combinaties op te noemen.

Voor het maken van *geluid bij smalfilms* zijn verschillende situaties te onderscheiden. Zo bestaan er reeds 8 mm en 16 mm films, die in de fabriek van een magnetisch geluidsspoor („sound-striping") zijn voorzien en waarop, na het ontwikkelproces, *op de projector* een geluidsopname kan worden gemaakt. Hiervoor is derhalve een projector nodig, die voorzien is van magneetkop en versterker.

Wij zullen ons hier echter bepalen tot het vastleggen van geluid op een normale recorder, die bij de projectie — zoveel mogelijk synchroon met de film — de geluidsweergave onafhankelijk verzorgt.

Men kan hierbij al of niet gebruik maken van een synchronisatieapparaat, zoals dat door vele fabrikanten van projectoren wordt geleverd. Deze apparaten worden niet door de recorderfabrikanten geleverd, daar ze aan

de projector moeten zijn aangepast. Een belangrijke rol spelen nl. de motoren van projector en recorder die onderling meestal geheel verschillende eigenschappen bezitten. Het synchronisatie-apparaat dient deze verschillen, die bijvoorbeeld optreden bij variaties van netspanning en netfrequentie, resulterend in ongewenste snelheidsvariatie, te neutraliseren. Men raadplege tevoren de fotohandelaar, waarvan men zijn projector betrokken heeft of wil betrekken.

Het is evenwel zeer goed mogelijk om zonder synchronisatie-apparaat bij een film een interessante geluidsopname te maken. Vooral reisfilms lenen zich hier bijzonder toe en vragen als het ware om een goed voorbereid commentaar met achtergrondmuziek. Het is voor de smalfilm-amateur ook aan te bevelen om bij de reis een batterijrecorder mee te nemen en zodoende authentieke en passende geluids„shots" te verzamelen. Men kan zich hier inderdaad het beste bepalen tot „shots", gezien opnamen die al te zeer „aan het beeld vastzitten" zullen leiden tot verminderde flexibiliteit bij het nasynchroniseren.

Het verdient ook bij het nasynchroniseren van films aanbeveling, om eerst een draaiboek te maken.

Er zijn nu twee — technische — mogelijkheden, waarmee men rekening moet houden:

a. de projector heeft een *asynchrone motor;*
b. de projector heeft een *universele motor.*

Bij asynchrone motoren kan men de snelheid van de projector niet regelen. Het geluid kan dan ook praktisch niet synchroon worden gemaakt en moet zoveel mogelijk „los" van het beeld blijven. Men houde het commentaar zo summier mogelijk en passe voornamelijk achtergrondmuziek toe. Bij het starten is het een goede methode de recorder het eerst in te schakelen, zodat het programma begint met inleidende muziek en daarna de titel van de film op het scherm verschijnt.

Bij universele motoren is de snelheid van de projector regelbaar. Daardoor ontstaat de mogelijkheid van verdergaande synchronisatie en tevens kan men tijdens de voorstelling de projector de geluidsband laten inhalen, respectievelijk de snelheid van de projector ten opzichte van de geluidsband afremmen.

Als uitgangspunt is het raadzaam de snelheidsregelaar van de projector in de middelste stand te zetten, nadat projector en recorder enige tijd (± 10 minuten) hebben gelopen en op temperatuur zijn gekomen. Men kan verder een stroboscoop-schijfje op een draaiende rol (bv. op de toonas) van de recorder aanbrengen, om eventuele snelheidsverschillen te kunnen vaststellen. Het stroboscoop-schijfje moet dan worden beschenen door het licht van de projector.

Film en band kunnen worden voorzien van merktekens, teneinde ze tegelijk te kunnen starten. Een exacte methode is, om het merkteken op de film zodanig aan te brengen, dat de pauzetoets van de recorder wordt losgelaten op het moment, dat dit merkteken op het scherm verschijnt.

Met muziek en achtergrondgeluiden zullen niet gauw synchronisatiemoeilijkheden ontstaan, vooral wanneer men behoorlijke marges toepast en het geluid van bv. een aanronkend vliegtuig reeds langzaam laat „infaden" voordat het op het scherm te zien is. Effekten, die precies op de juiste plaats moeten weerklinken, bv. het geluid van een stoomfluit bij een close-up die het ontsnappen van de stoom uit de pijp laat zien, zijn aanmerkelijk kritischer.

Aan zgn. lipsynchrone close-ups van sprekende personen, kan de amateur die niet beschikt over de best denkbare apparatuur en over een grote routine zich dan ook beter niet wagen. Tenzij hij gegrepen wordt door het enerverende van deze hobby en niet bang is, om het desnoods tien of twintig keer opnieuw te proberen!

Een bijzondere mogelijkheid wordt geschapen door recorders met vier sporen en een parallelschakelaar. Men neemt hierbij de achtergrondmuziek en de geluidseffekten op verschillende sporen op. De effekten worden met een grote marge genomen, d.w.z. ze mogen op het effektspoor langer duren dan uiteindelijk vereist is. Op het moment, dat ze benodigd zijn, schakelt men nu beide sporen parallel met de speciale schakelaar en het effektgeluid weerklinkt over de muziek heen. Daarna gaat men weer gewoon met het muziekspoor verder.

Zo zijn er bij vier-sporen recorders nog meerdere methodes mogelijk, vooral wanneer gebruik wordt gemaakt van toebehoren als voorversterkers en mengkastjes.

Gesproken commentaar vergt een vrij strikte synchronisatie. Wanneer deze algemeen kan worden gehouden en door de achtergrondmuziek heenloopt, kunnen veel moeilijkheden worden omzeild door hem alleen in te lassen in scènes waar de actie tamelijk stationnair is (boot op het water, panorama's, etc.). Bij het opnemen van de film kan daar wellicht rekening mee worden gehouden.

Men hoede zich overigens voor te lange commentaren en voor eentonigheid. Het is in veel gevallen een aantrekkelijke oplossing, om twee stemmen elkaar te laten afwisselen, bv. een mannenstem en een vrouwenstem.

Tenslotte is het van belang, om werkelijk passende muziek uit te zoeken en daar desnoods enige tijd aan te besteden. Dit geldt zowel voor de inhoud van de film, als voor de inleidende en slot-muziek. De meeste toeschouwers zijn verwend door de bioscoop en stellen, zelfs met goede wil, tamelijk hoge eisen.

En voor het gehele programma geldt: in de beperking toont zich de meester.

OPNAME- EN BEDIENINGSFOUTEN, HUN OORZAKEN EN REMEDIE

(hier zijn uitsluitend gevallen genoemd, waar níet een storing van de apparatuur de oorzaak van de fout is)

Fout	Oorzaak	Remedie
geluid klinkt zeer zwak en dof	band is achterstevoren ingelegd	band zodanig omwikkelen, dat doffe zijde naar de koppen is gekeerd; hiertoe een slag in de band leggen vóór de inleggleuf
geluid klinkt „onduidelijk"	slechte microfoonopstelling	zorg, dat microfoon voldoende dicht bij sprekers, zangers of musici staat en dat geen andere geluiden kunnen overheersen; zorg, dat niet meerdere personen door elkaar heen praten; experimenteer met de microfoon(s) alvorens de opname definitief te maken;
geluid klinkt „lelijk"	opname is waarschijnlijk overgemoduleerd	bij nieuwe opname minder volume geven; stel de regelaar in op de luidste passage; microfoon niet te dicht bij de geluidsbron;
teveel ruis bij het weergeven	met te weinig volume opgenomen	meer volume bij de nieuwe opname;
„lawaai" in het geluid	microfoon heeft ook ongewenst geluid opgevangen, bv. geruis van recordermotor	microfoon niet te dicht bij de recorder plaatsen; nagaan, of er nog andere lawaaibronnen in de omgeving zijn;
teveel of te weinig hoge of lage tonen	verkeerde positie van klankkleurregelaars	let bij nieuwe opname op stand van klankkleurregelaars, ook bv. van radiotoestel, wanneer daarvan opgenomen wordt;
„brom" in het geluid	a. microfoon was zeer dicht bij recorder opgesteld	microfoon niet te dicht bij recorder plaatsen;
	b. verbindingskabels resp. netsnoer verkeerd aangesloten	stekers ompolen (andersom in contactbussen steken) tot brom verdwijnt;
	c. verbindingskabels liggen te dicht bij netsnoer	kabels zoveel mogelijk vrij houden van netsnoer;
recorder gaat „fluiten"	akoestische terugkoppeling	zorg, dat microfoon niet door geluid uit eigen luidspreker getroffen kan worden;

geluid klinkt „galmend"	verkeerde akoestiek	experimenteer met dempende materialen; kies eventueel een meer gestoffeerde ruimte;
geluid klinkt te „droog"	verkeerde akoestiek	experimenteer met het verwijderen van fauteuils, het openen van gordijnen, etc.; kies eventueel een akoestisch hardere ruimte;
geluid klinkt iets te laag of onregelmatig	recorder is niet op temperatuur	recorder enkele minuten warm laten draaien;
geluid klinkt veel te hoog en gejaagd	verkeerde snelheid bij opnemen of weergeven	lagere snelheid kiezen;
geluid klinkt veel te laag en slepend	verkeerde snelheid bij opnemen of weergeven	hogere snelheid kiezen;
te weinig hoge tonen of „fladderend" geluid	band slecht ingelegd	band moet vlak over de koppen glijden en goed contact maken.

(zie ook tabel „storingen" in hoofdstuk III, paragraaf J)

LEES ALTIJD ZORGVULDIG DE GEBRUIKSAANWIJZING VAN DE RECORDER!

HOOFDSTUK VIII

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN A TOT Z

A. **In de huiselijke sfeer**

Familie-geluidsalbum
Babygeschrei
Baby's eerste woorden
Kinderstemmen
Kinderen duidelijk leren spreken
Karaktervorming bij kinderen
Sprookjes vertellen
Kinderverhaaltjes voor het slapen gaan
Kalmerende muziek
Kinderfeestjes
Versjes opzeggen
Geluid bij poppenkast
Spelletjes met geluiden
Geluiden raden
Wedstrijden houden
Gesproken dagboek
Ouderavonden
Schooluitvoeringen vastleggen

Huwelijksplechtigheden
Jubilea
Familie-reunies
Familiefeestjes
Toespraakjes
Conversatie
Unieke visites van oude vrienden
Gesproken gastenboek
Snapshots van recepties
Vrienden en kennissen opnemen
Gezelschapsspelletjes
Moppen vertellen
Onverwachte (candid) opnamen
Truc-opnamen
Vraaggesprekken
Improvisaties
Geluidsjagen
Opnemen tijdens autoritten
Opnemen tijdens boottochten
Gesproken brieven aan familie en vrienden
„Klinkende" felicitaties
Internationale uitwisseling van banden

Stadsreportages
Reisreportages
Reportages van het sportveld
Vacantieherinneringen

Stemtest
Uitdrukkingskunst
Voordragen
Imitaties
Talentenjacht
Amateurprestaties samen met beroepsartisten
Amateurtalent ontwikkelen
„Dit is Uw leven" programma's door amateurs

Vreemde talen leren
Talencursussen op band
Spraakverbetering
Uitspraakoefening

Zangamateurs
Kinderkoortjes
Duetten zingen
Canons zingen
Favoriete familieliedjes rond de piano
Volksdansen
Huisorkest
Muziekbibliotheek
Voorbespeelde banden
Non-stop dansmuziek
Feestmuziek
Ononderbroken concerten
Muziekoefeningen
Muzikale quiz
Opnemen van radioprogramma's voor weergeven op geschikter ogenblik
Opnemen van geluid tijdens afwezigheid
Opnemen van kooklessen en recepten
Voorbereiden van vergaderingen

„Gesproken boeken" voor bejaarden en invaliden
Programma's voor jeugdomroep en ziekenomroep
Kerkdiensten voor zieken

Geluid bij kleurendia's
Geluid bij amateurfilms
Hoorspelen maken
Klankbeelden maken
Geluidsmontages
Geluidseffekten
Achtergrondgeluiden
Natuuropnamen

Telefoongesprekken
Interlokale telefoongesprekken op hoge snelheid
Instructies achterlaten
Ideeën en invallen vastleggen

B. **Voor muziek**

Muziekprogramma's van radio of televisie
Geleende opnamen overnemen op de band
Huismuziek opnemen
Kinderen stimuleren tot muziekbeoefening
Beoordelen van gemaakte vorderingen
Beoordelen van muzikale voordracht
Objectieve vergelijking
Zelfkritiek
Solfègelessen
Zanglessen
Instrumentale lessen
Algemeen muziekonderwijs
Gehooroefeningen
Oefenen van ritmisch gevoel
Laten horen van fouten en tekortkomingen
Instrumenten herkennen
Afleiden van melodieën
Omkeren van melodieën
Harmonie-onderricht
Experimenten met syntetische muziek
Kunstmatige duetten, trio's, etc.
Beoordelen van improvisaties
Opsporen van afwijkingen in toonhoogte
Opsporen van afwijkingen in ritme
Stemmen van instrumenten
Karakter van inzet en uitklinken van tonen bepalen
Samenspel beoordelen
Recitals, koren en orkesten opnemen
Opgenomen begeleiding
Zangverenigingen
Verhelpen van plankenkoorts
Ademtechniek
Opnamen ter beoordeling aan managers, producers en studio's
Folkloristische en exotische muziek
Speciale geluidseffekten met muziek
Begeleiding van solisten
Stemmingsmuziek

C. **Bij onderwijs en instructie**

Verbeterde instructiemethodes
Doelmatig opleiden van onderwijzers
Zelfcritiek op methode van lesgeven
Voorbereiding van lessen
Tevoren samengestelde lessen op band
Tussenvoegen van toelichting
Sneller inprenten in het geheugen
Beter onthouden van formules en stellingen
Stimuleren van belangstelling in de klas
Beoordelen van improvisaties
Vaststellen van gemaakte vorderingen
Vergelijken van instructiemethodes
Vaststellen van hoorgebreken
Lessen op band bij ziekte van leerkracht
Ontwikkelen van scheppend vermogen
Leren herkennen van geluiden uit de natuur

Spreekbeurten
Herhalingen voor examens
Inprenten van woordenlijsten
Grammaticale studie
Studie van vreemde talen
Verbeteren van uitspraak
Talenpraktikum
Reciteren van toneelstukken
Pantomimes met opgenomen geluid
Muziek leren beoordelen
Zanglessen
Opnemen van muzikale begeleiding
Leeslessen
Dictees voor steno- en typelessen
Eenvormigheid in groepsexamens
Bewijsmateriaal voor afgelegde examens
Opnemen van mondelinge examens
Instructies voor lichamelijke oefening
Muzikale begeleiding van gymnastieklessen
Repetities van schooltoneel
Repetities van schoolkoor en schoolorkest
Opnemen van uitvoeringen
Achtergrondgeluiden en -effekten

Opnemen van lessen voor zieke leerlingen
Ouderavonden
Uitwisseling van bandopnamen tussen scholen
Commentaar bij projectie
Hypnopedie (studeren tijdens slaap)
Opnemen van onderwijscongressen
Opgenomen demonstraties voor onderwijscongressen
Persoonlijkheidsvorming van leerlingen
Verhelpen van spreekangst
Versterken van het zelfvertrouwen
Aankweken van zelfkritiek
Hulp aan trage leerlingen
Aanleren van beknoptheid
Beter formuleren en argumenteren

Verbeteren van het uitdrukkingsvermogen
Stemvorming
Verbeteren van spreekvaardigheid
Herkennen van eigen spreekgewoonten
Spraakcorrectie
Afwennen accenten
Oefenen van voordrachtsstijl
Verbeteren van eentonigheid en slechte articulatie bij het hardop lezen

Schoolradio - onafhankelijk van zendtijden
Tevoren beoordelen van geschiktheid van uitzendingen
Programma's opnemen om later weer te geven
Mogelijkheid tot selecteren en inkorten
Programma's inpassen in lesrooster
Bewaren van selecte gedeelten voor toekomstig gebruik
Opnieuw ten gehore brengen van historische opnamen
„Uitgestelde" weergave van radiolezingen
„Uitgestelde" weergave van programma's voor algemene ontwikkeling

D. **Spreken in het openbaar**

Overwinnen van aarzeling
Aanwennen van goede spreekgewoonten
Tevoren inpassen van lezingen in tijdschema
Verbetering van oratorische eigenschappen
Voorbereiden van toespraken
Voorbereiden van preken of pleidooien
Nagaan van uitwerking op toehoorders
Opnemen van vergaderingen
Spraakcorrectie
Zelfkritiek op voordracht, uitdrukkingswijze, overtuigingskracht, uitspraak, spreektoon, bondigheid, doelmatigheid, helderheid, etc.
Afleren van versprekingen, stopwoorden, etc.

E. **Stemtherapie (logopedie)**

Overwinnen van verlegenheid
Laten horen van juiste uitspraak
Opnieuw aanleren van spreekgewoonten
Methode van „vertraagde" uitspraak
Methode van „versnelde" uitspraak
Corrigeren van spraakgebreken
Verbeteren van ademhalingstechniek
Afleren van verkeerde tongval
Afleren van stotteren en stamelen
Verbeteren van monotone uitspraak
Opheffen van voortdurend verkeerde stembuiging

F. **In de geneeskunde**

Laryngologie
Psycho-analyse
Suggestie tijdens de slaap
Hypnopedische toepassingen
Geluiden van hart en luchtwegen
Doofstommenonderricht
Corrigeren van spraakgebreken
Medische instructie
Medische congressen
Opnemen van symptomen, anamnese, mededelingen, recepten en afspraken
Gesproken tijdschriften met samengevatte medische artikelen
Controleren van het verloop van medische behandeling
„Uitgestelde" telefonische boodschappen
Commentaar tijdens operaties
Instructies bij massaal thorax-onderzoek
Ziekenomroep

G. **Onderricht van doven**

Aanleren van geluidswaarneming
Versterkte muziek bij ritmische oefeningen
Gehoorproeven

H. **Blinden**

Gesproken boeken en tijdschriften
Gesproken cursussen
Gesproken brieven
Voorlezen van dictaten bij studie
Ontvangen en doorgeven van instructies

I. **Kerkelijk leven**

Voorbereiden van preken
Verbeteren van doeltreffendheid van het gesproken woord
Invallen voor preken vastleggen
Zelfkritiek voor theologische studenten
Archiveren van preken
Preken opnemen van befaamde predikanten
Inspiratieve boodschappen
Preken opnemen voor zieken en invaliden
Preken verzenden naar afgelegen plaatsen
Preken voor missie en zending

Speciale diensten voor bejaarden
Speciale diensten voor gevangenen
Orgelmuziek en klokkengebeier voor kleine kerken
Beoordeling van predikanten
Bandenuitwisseling met zendelingen en missionarissen
Preken op band bij ziekte van predikant
Bijzondere kooruitvoeringen
Repetities van het kerkkoor
Beoordeling van orgelmuziek
Begeleiding van diensten in de openlucht
Begeleiding van repetities
Ronde-tafel discussies
Kerkeraadsvergaderingen
Opnemen van huwelijksplechtigheden
Zondagsscholen
Kerkelijke congressen
Inzamelacties
Fancy-fairs
Gesproken brieven voor emigranten overzee
Hulp bij gesproken brieven van kerklidmaten

J. Journalisten, reporters, auteurs

Opnemen van reportages en interviews
Vastleggen van ideeën en invallen
Ter plaatse vastleggen van gegevens en indrukken
Opnemen van samenkomsten, toespraken, voordrachten
„Uitgestelde" berichtgeving
Vastleggen van bewijsmateriaal
Controle op authenticiteit
Dicteren van artikelen en verhalen
Opnemen van doorgetelefoneerde verslagen van reporters en correspondenten

K. Reclame en voorlichting

Instuderen van verkoopgesprekken
Vastleggen van ideeën en invallen
Herhaalde uitzending van reclameteksten
„Geheime stem" in reclamestunts
Herhaalde uitzending van voorlichtingsteksten
Gesproken toelichting in showrooms en etalages
Gecombineerde band- en diaprojectieshows
Nasynchroniseren van films
Automatische opneemstunts
Muziek en informatie uit reclame-auto's

L. Handel en industrie

Dicteren van brieven en rapporten
Dictaten voor typcentrales
Dictaten voor part-time typistes
Vastleggen van vergaderingen, conferenties, discussies, overzichten, rapporten
Vastleggen van ronde-tafel gesprekken, brainstorming, etc.
Opnamen ten behoeve van afwezigen
Vastleggen van expertises, boedelbeschrijvingen, schattingen
Instructies aan personeel
Opnemen van „pep-talks"
Telefoongesprekken op verre afstand
Belangrijke telefoongesprekken
Besprekingen met mogelijke juridische gevolgen
Bewijsmateriaal in geval van meningsverschil
Weergeven van verkoopgesprekken door geoefende verkopers
Opleiding van verkopend personeel
Marktonderzoek
Huis-aan-huis interviews en enquètes
Vooraf opgenomen toespraken en bijdragen voor conferenties
Mondelinge verslagen van tijdelijke aard
Gesprekken met sollicitanten
Besprekingen met personeel
Verkoopwedstrijden
Vergelijken van drukproeven met kopij
Commentaar bij diapositieven en filmstrips
Commentaar bij grafieken en wandtableaux
Commentaar bij „stomme" films
Commentaar bij films in de vreemde talen
Beursnoteringen
Vastleggen van biedingen bij veilingen
Telefonische opdrachten aan makelaars
Opnemen van telefonische bestellingen
Opleiden van telefonistes
Sfeermuziek
Muziek bij het werk
Functionele muziek
Automatisch geven van instructies bij alarm
Tijd- en bewegingsstudie
Productieverslagen
Wetenschappelijk onderzoek
Vastleggen van boodschappen en instructies
Uitzenden van mededelingen
Opleiding van fabriekspersoneel
Automatische rondleiding in fabrieken

Inventarisatie
Instructies voor montage van machines
Vastleggen van testrapporten
Vergelijking van fabrikagemethodes
Vergelijking van „geruisloze" werking van producten
Continu opnemen van industriële processen voor het vermijden of reconstrueren van ongevallen of mislukkingen
Vaststellen van geluidshinder en lawaainiveaus
Opsporen van akoestische storingen

M. **Winkels, warenhuizen, tentoonstellingen**

Sfeermuziek
Mededelingen aan het publiek
Herhaalde uitzendingen van slagzinnen en verkoopsboodschappen
Gemakkelijk verplaatsbaar informatiesysteem
Vastleggen van telefonische opdrachten
Vastleggen van opinies van klanten
Vastleggen van klachten van klanten
Verklaringen bij demonstraties
Geluidsreclame in liften, roltrappen en trappenhuizen
Sprekende automatieken
Opleiding van verkopers
Verbetering van verkoopargumentatie
Inventarisatie
„Geheime stem" in toonbanken en op tentoonstellingen
Automatische verkoopsstunts

N. **Theaters en bioscopen**

Repetities en uitvoeringen van toneelstukken, concerten, etc.
Achtergrondmuziek op het toneel
Achtergrondgeluiden en -effecten
Kunstmatige dialogen
Kunstmatige duetten, etc.
Opgenomen begeleiding
Overwinnen van plankenkoorts
Vastleggen van reacties van toehoorders
Muzikaal tussenspel
Pauzemuziek
Reclameprogramma's
Nasynchronisatie
Herhaalde mededelingen
Commentaar bij diaprojectie in de pauze

O. **Hotels en café's**

Ononderbroken muziek in café's en restaurants
Dansmuziek voor feesten
Sfeermuziek voor maaltijden, diners, banketten
Vastleggen van vergaderingen en conferenties
Vastleggen van toespraken
Herhaald weergeven van informatie voor gasten
Uitlening van recorders aan gasten

P. **Overheid**

Diplomatieke dienst
Uitwisseling van instructies tussen ministerie en ambassades
Opnemen van belangrijke telefoongesprekken
Vastleggen van radioprogramma's ter informatie
Tevoren opnemen van toespraken
Vastleggen van officiële toespraken
Vastleggen van simultaan-vertalingen
Vastleggen en overbrengen van codeberichten
Vastleggen van raadsvergaderingen
Voorlichtingsafdelingen
Talenpraktikum voor opleiding van diplomaten, ambtenaren, tolken

Q. **Publieke diensten**

Vastleggen van meldingen in brandweerkazernes
Continu vastleggen van instructies in elektriciteitscentrales en telefooncentrales
Opleiding van telefonistes
Weerberichten en tijdmeldingen door de telefoon
Nieuwsberichten door de telefoon
Versneld doorgeven van telefoongesprekken

R. **Politie en justitie**

Strafrechtelijk onderzoek
Recherchewerk
Vastleggen van bewijsmateriaal
Vastleggen van meldingen in politiebureaus
Telefoongesprekken
Verhoren, verklaringen, bekentenissen
Kruisverhoren
Getuigeverhoren
Opnamen in politievoertuigen

Opnamen ter plaatse van de misdaad
Verkeerstellingen
Voorbereiden van pleidooien
Vastleggen van rechtszittingen
Vastleggen van testamenten en laatste wilsbeschikkingen

S. **Strijdkrachten**

Instructies, bevelen, mededelingen
Opleiden en examineren van militair personeel
Militaire keuringen
Talenpraktikum
Bewijsmateriaal
Telefoongesprekken
Seinen, geluid van ontploffingen en vliegtuigmotoren
Herkenning van geluiden
Continu vastleggen van communicaties op militaire vliegbases
Herhaalde mededelingen in kazernes
Hoornsignalen
Muziek in kantines
Repetities en uitvoeringen in kantines
Welfare-werk
Oefenen van militaire orkesten
Oefenen van hoornblazers en tamboers

T. **Ontdekkingsreizen en wetenschap**

Vastleggen van inheemse dialecten
Vastleggen van onbekende talen
Inheemse muziekuitingen en geluiden
Talenstudie
Mondelinge rapporten van expedities
Muziekweergave voor inlanders in bezochte gebieden
Geluiden van vogels, zoogdieren, insecten
Diepzee-onderzoek

U. **Landbouw**

Verjagen van vogels
Uitroeien van knaagdieren en insecten
Landbouwvoorlichting
Adviezen van landbouwconsulenten
Instructies voor personeel
Automatisch wekken van vee

V. **Spoorwegen**

Ontspanning voor passagiers
Automatische berichtgeving op stations
Automatisch openen en sluiten van treindeuren
Automatisch omroepen van instructies in treinen
Continu vastleggen van instructies in seinhuizen
Instructie van personeel

W. **Luchtvaart**

Instructie
Testen van piloten, telegrafisten, etc.
Studie van seinen
Continu vastleggen van radiocommunicaties tussen vliegtuigen en controletorens
Bewijsmateriaal in geval van ongelukken
Opnemen van weerberichten, vlieginstructies, etc.
Testen van vliegtuigen
Geluidsmetingen in vliegtuigen en laboratoria.

X. **Historische gebouwen en musea**

Klank- en lichtspelen
Automatische rondleiding

Y. **Parken en plantsoenen**

Continu weergeven van sfeermuziek

Z. **Elektronische muziek**

Opnemen van elektronische instrumenten
Monteren, versnellen en vertragen van opgenomen geluiden.

HOOFDSTUK IX

RECORDERS BIJ ONDERWIJS EN MUZIEKSTUDIE

Over het gebruik van tape recorders op allerlei in het vorige hoofdstuk opgesomde gebieden, worden thans dikke boeken volgeschreven en verschijnen ontelbare artikelen in tijdschriften en vakbladen. Het kan helaas ook niet binnen het bestek van dit boek liggen er in details op in te gaan. Toch willen wij hieronder twee gebieden behandelen, waar de recorder een bijzonder belangrijke doch ook een bijzonder interessante rol is gaan spelen, nl. in scholen (waar hij wordt toegepast als een wezenlijk onderdeel van het onderwijssysteem) en bij het muziekonderricht (waar recorders hebben geleid tot een vergaande aanpassing van de methodiek van lesgeven en studeren).

ONDERWIJS IN HET ALGEMEEN

Er is in deze tijd wel niemand meer die zou willen beweren, dat het onderwijs op school zich zou moeten beperken tot het inpompen van kennis. Elke verantwoordelijke leerkracht, bij welk schooltype dan ook, ziet het toch zo, *dat zijn leerlingen* in brede zin *gevormd moeten worden tot iets wat ze nog niet zijn.* Kleine kinderen worden gevormd tot grotere, grote tot volwassene, en de volwassene op de avondschool zit daar omdat hij zijn niveau wil verbeteren.

De pedagoog brengt deze mensen kennis bij (dit is zijn primaire taak), maar meer algemeen gezien staat hij ze bij in een tijd, waarin ze een evolutie doormaken. Ze moeten aan hogere eisen leren voldoen, ergens tegen opgewassen zijn. Niet alleen in hun denkvermogen, in hun kennisarsenaal: ook in het zich uitdrukken met de verworven kennis.
Dat maakt, dat de pedagoog een ingrijpende rol speelt bij de vorming van hun persoonlijkheid.

De tape recorder nu, is gebleken bij deze persoonlijkheidsvorming allereerst een zeer voorname rol te kunnen spelen. Dat maakt dit instrument van waarde voor iets wat op zichzelf van de allergrootste betekenis is. Wij onderschatten de opvoeding in het ouderlijk huis en buiten de school niet, wanneer we zeggen, dat de leerling voor een zeer groot deel op school wordt gemaakt tot datgene, wat hij later zal zijn. En van wat hij en de anderen later zullen zijn, hangt het af, hoe de wereld er over enkele jaren zal uitzien.

Het gaat hier om niet geringe waarden en belangen. De pedagoog zal zich dan ook niet gauw tevreden stellen, met hetgeen hij voor de bevordering daarvan, voor het juist en doeltreffend aanpakken daarvan, ter beschikking heeft. Hij zal daarom elk nieuw medium toejuichen, dat hem effektief kan helpen bij de vorming van zijn leerlingen: bij het hen bijbrengen van de nodige kennis, en bij het hen helpen daarvan gebruik te maken, in gedachten, in woord en in geschrift.

Zelfcontrole

Nu het medium „tape recording" enkele jaren over de gehele wereld in allerlei takken van het maatschappelijk leven in gebruik is, hebben wij een overzicht van de doeleinden waarvoor het wordt toegepast. Voor het overgrote deel blijkt deze toepassing te liggen in het „leren zich uit te drukken".

Dit geldt voor staatslieden, voor dominees en pastoors, voor redenaars, voor zakenlieden, voor onderwijzers, voor musici, voor artsen, voor vertegenwoordigers. Wij willen hiermee niet zeggen, dat al deze groepen de recorder primair gebruiken om er hun stem mee op te nemen en weer te geven om zodoende te oefenen als „spreker in het openbaar". Maar de fantastische mogelijkheid van deze „akoestische spiegel" om er geluiden mee vast te leggen en ze onmiddellijk weer te reproduceren, zo vaak men wil, opent voor hen allen een wereld, waarin zij élke manier van zich uit te drukken — als predikant, met een muziekinstrument, als pedagoog, als spraakleraar, als medicus-hypnotiseur, als de man die het publiek moet overtuigen — kunnen controleren, bestuderen en zo nodig verbeteren of veranderen Het is vastgesteld, dat het spreken voor de microfoon gepaard gaat met een zekere spanning, die stimulerend werkt op de prestatie. Ook al is het spreken voor een tape recorder niet „onherroepelijk", zoals bij een directe radio-uitzending, het feit, dat men straks onbarmhartig te horen krijgt (doorgaans met de „kritiek" er omheen), wat er gezegd is, inspireert. In het begin geeft het tevens aanleiding tot een zekere plankenkoorts, microfonitus, maar die verdwijnt geleidelijk.

De praktijk

Terugkerend tot het klaslokaal, inmiddels voorzien van een tape recorder, zien we op het lesrooster een verscheidenheid van leervakken (de vrije uren niet te vergeten), waar dit instrument diensten kan bewijzen bij de vorming van de leerling.

Voor zijn *algemene vorming,* iets wat waarschijnlijk niet op het lesrooster staat, maar dat we met enige fantasie kunnen onderbrengen bij alle vakken: PRATEN, alleen, voor de klas, in een discussie. Het onderwerp is onbelangrijk. Wát hij zegt blijft ook even buiten beschouwing. Het

gaat er om hóe hij het zegt. Voor de tape recorder. Het toestel is onbarmhartig, maar eerlijk. Voor ieder, die voor het eerst zijn eigen stem hoort is dit een desillusie. De leerling hoort zichzelf nu objectief, zoals anderen hem horen. Mét het accent, de haperingen, de stopwoorden, het te vlug, te langzaam of te onduidelijk spreken.

De desillusie is tevens een openbaring. Dat die zo vroeg mogelijk komt, is van belang. Iemand die slecht spreekt, krijgt anders de desillusie later, onder ongunstiger omstandigheden. Hij merkt dan bv. dat de mensen hem vervelend vinden, maar begrijpt niet waarom. Het ligt namelijk niet aan wát hij zegt, maar hóe hij het zegt. Hijzelf weet dat niet en blijft het zoeken bij de inhoud van zijn woorden. Hij wordt daar onzeker van, komt er niet meer uit. Een ideale bodem voor het kweken van complexen!

Nu wordt hij dus vroeg geconfronteerd met zijn eigen fouten. Hij hoort ze zelf, en zo niet, dan is er de leerkracht die hem kent en hem er op kan wijzen. Het argument van „dat heb ik niet gezegd" — uitgesproken of onuitgesproken — behoort tot het verleden, want er staat haarfijn opgetekend wat er gezegd is en hoe.

Inzicht blijft primair

Voor jonge kinderen zal het wellicht nodig zijn, zeer voorzichtig te werk te gaan. Om de opnamen onopgesmukt te houden, kan het soms nodig zijn ze eerst onopgemerkt te maken. Hier komt het inzicht van de leerkracht te hulp, die door de tape recorder nimmer vervangen wordt, maar juist meer verantwoordelijkheid krijgt door het tactisch toepassen er van. Zeker zijn er legio toepassingen, waardoor hij zelf behalve effektiever, ook efficiënter kan werken, maar de machine blijft een hulpmiddel, een leermiddel, wat zijn volle aandacht vraagt.

De leerling, die slecht spreekt, profiteert vanaf het begin van het ondubbelzinnige beeld, dat de recorder hem van zijn stem voortovert. Met enige hulp komt hij er achter hoe het beter kan. Hij geeft zich zo goed mogelijk en het werkt psychologisch opbouwend, dat hij het na enige malen werkelijk blijkt te kunnen. Langzame kinderen kweken zodoende hun zelfvertrouwen aan. Slordige, lijzige, eentonige, nerveuze, te kinderlijke en zelfs schaapachtige sprekers, corrigeren zichzelf in korte tijd. In moeilijke gevallen laat men het de leerlingen alleen doen, buiten schooltijd, zodat ze in de situatie van de niet-afgeleide en objectieve luisteraar komen. Werkelijke stemdefecten van ernstige aard zijn het terrein van de logopedist en het spreekt vanzelf, dat deze specialisten de recorder thans beschouwen als hun allerbelangrijkste werktuig.

Het afleren van accenten (bv. bij in het buitenland opgegroeide kinderen) kan belangrijk zijn en wanneer wij het woord „schaapachtigheid" genoemd hebben, behoeft het geen betoog wat een recorder kan doen voor het kind, dat geconfronteerd dient te worden met „wat" het allemaal zegt. Voor moeilijke kinderen kan de onderwijzer hier wonderen doen.

Het gaat hier derhalve niet om het *cultiveren* van stemmen alleen. Gecultiveerd spreken én spreekvaardigheid kan van vitaal belang worden genoemd voor iemands levensloop.

Taalonderwijs Bij het onderwijs in de eigen taal vallen te noemen: leeslessen (gewoon hardop laten lezen en de leerling de opname laten horen met of zonder commentaar; het commentaar bv. ook door de andere leerlingen laten geven), dictees, voordracht. De klas bv. naar kwaliteit in groepen verdelen. Improvisatie: voor de recorder een verhaal navertellen. Creatief talent ontwikkelen: onder spanning worden ze bewogen tot het scheppen van originele verhalen, gedichten, toneelstukken. Eerst bv. een plan op papier laten zetten. Dito voor geïmproviseerde speeches. De stijl van de vertellers zal beter worden, daar ze bv. proberen om schrijftaal te spreken. Ze leren bondig iets uiteen te zetten en met overtuiging te spreken. Overigens: kinderen kunnen nu de scherpe kritiek van hun leeftijd op anderen zonder bezwaar eens op zichzelf toepassen.

Vreemde talen Beluisteren en nazeggen van door originele landslieden gesproken taal. Dito van door de onderwijzer gesproken, evt. gechargeerde uitspraakoefeningen. Ze worden dan niet door een persoon afgeleid en kunnen ook hun geheugen ten volle laten meewerken.

Internationale uitwisseling van bandjes met andere scholen.

Geschiedenis De leraar stelt zelf boeiende programma'tjes samen. Hij neemt thuis belangrijke politieke of historisch belangrijke toespraken op van de radio. Ook de leerlingen kunnen programma's samenstellen, binnen of buiten het kader van de les. De geschiedenis gaat meer voor hen leven. Er zijn genoeg biografieën en historische boeken die gegevens daarvoor leveren.

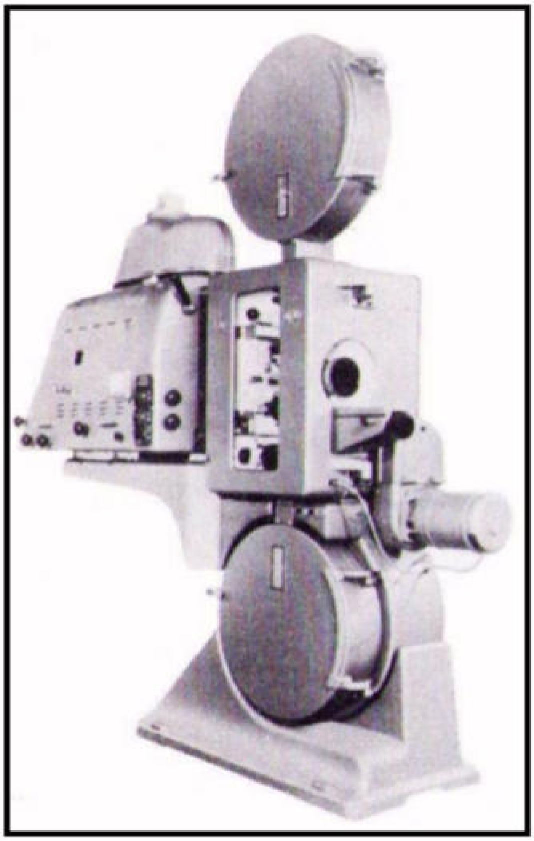
Aardrijkskunde De leraar neemt buitenlandse uitzendingen op van de radio. Land- en Volkenkunde kan niet levendiger worden onderwezen dan met opnamen uit de landen zelf.

Natuurkunde Diverse interessante radio-uitzendingen kunnen door de leraar worden opgenomen. Excursies: bv. vogelgeluiden kunnen worden vastgelegd.

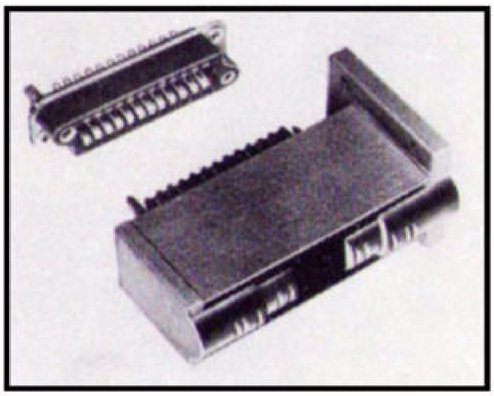
Moderne dicteerapparaten in gebruik. Boven: in een laboratorium. Onder: in een fabriek, als hulpmiddel bij het controleren van ingewikkelde montage-arbeid. Oorspronkelijk moesten alle contrôle-punten door een aparte man worden opgelezen (foto links); deze taak is thans door het dicteerapparaat overgenomen (foto rechts).

Bij het Todd-AO filmsysteem wordt het geluid op zes magnetische geluidssporen op een 70 mm brede filmband vastgelegd.

Boven: het synchroniseren van de sound-track voor de musical „Oklahoma" (Magna Theatre Corporation).



De Philips universele 70/35 mm filmprojector (links) en de magneetkop voor de weergave van 4 of 6 geluidssporen (rechts).



Zanglessen

De leerlingen doen hierbij hun best als nooit tevoren. Zij vergelijken hun prestatie met wat ze kennen van zang op de radio, grammofoonplaat en in de concertzaal.
Slechte ensemble-zang maakt hen zeer kritisch. Ze willen geen figuur slaan. Begeleidingen kunnen worden opgenomen, zodat bv. een piano in de klas geen noodzaak is. De onderwijzer kan dit thuis doen. Hij kan er ook zijn vrouw laten voorzingen op de band. Zonder twijfel heeft men hiermee de aandacht van de kinderen. Meerstemmig en canonzingen kan samen met de band in meerdere trappen geschieden.

Muzieklessen

Zelfstudie. Weer oefenen met de begeleiding op de band. Podiumangst bestrijden. Vergelijken van eigen prestaties met radio-uitvoeringen. Door vergelijking de vorderingen beoordelen. Met de band ritmisch gevoel aanleren. Dansen met tevoren opgenomen begeleiding. Repetities en uitvoeringen van schoolorkesten opnemen.

Muziekbegrip

Het aanleren van waardering voor muziek, voor algemene culturele vorming. Instrumenten leren herkennen. Dito voor componisten, tempi, vormen van stukken.

Onderricht in machineschrijven

Dictaten worden tevoren opgenomen. De leraar hoeft niet meer te schreeuwen om boven het lawaai der schrijfmachines uit te komen. De dictaten zijn tevoren precies in tijd afgemeten en met de juiste snelheid gegeven. Bij examens in dit vak maakt het gebrek aan schrijfmachines het examineren in groepen veelal nodig. Nu krijgt ieder hetzelfde dictaat op dezelfde snelheid en het bewijsstuk blijft op de band bewaard. Dit laatste kan ook voor andere examens van belang zijn. Bij conceptwerk kan het tikken van een metronoom op de band worden opgenomen en luid weergegeven.

Audio-visueel onderricht

Met de recorder kunnen teksten en muziek worden vastgelegd en afgedraaid bij diapositieven, filmstrips, stomme films en geluidsfilms met commentaar in een vreemde taal. De tevoren opgenomen band maakt een verlichte katheder tijdens de projectie onnodig.

Jeugdhoorspel

Met improvisatie is bij gebruik van een recorder in de klas al veel te bereiken, maar buiten klasseverband nog meer. Vrijetijds-besteding en zelfwerkzaamheid worden er door gestimuleerd. Geluiden kunnen worden bijgemengd. Rollen kunnen worden opgegeven of door de leerlingen zelf worden verdeeld.

Schoolradio

De uitgezonden programma's passen niet altijd in het lesrooster. Bovendien wil men de lessen naar geschiktheid en lengte voorselecteren. De tape recorder biedt alle mogelijkheden v.w.b. aanpassen, inkorten en met nadere verklaringen aanvullen der programma's, voordat men ze in de klas afdraait. De banden kunnen ook worden bewaard en uitgeleend aan andere klassen.

Landelijke uitwisseling

De scholen onderling kunnen ook banden uitwisselen, bv. van zelf samengestelde programma's, hoorspelen, geslaagde zeldzame opnamen door een bepaalde leraar. Programma's door de leerlingen zelf te maken: over de school, de stad, locale gebeurtenissen.

Internationale uitwisseling

Tussen scholen, van bandjes die door leerlingen met hulp van de leraar in de taal van het betreffende land zijn samengesteld. Vooral het Engelse taalgebied is groot. Er bestaan ook verenigingen voor een dergelijke uitwisseling, bv. de World Tape Pals, welke het hierdoor internationaal aankweken van vriendschap en begrip voorstaat. De WPT heeft een speciale „educational section".

Waardering van schoolresultaten

Het bepalen van de vooruitgang die een klas maakt, is dikwijls noodzakelijk. Het werkt zeer verhelderend voor de leerkracht als hij deze vooruitgang aan de hand van banden kan vaststellen. Een vergelijkende studie geeft hem aanwijzingen, die hij anders nooit gekregen zou hebben.

Diverse doeleinden

Op ouderavonden afdraaien van in de klas gemaakte opnamen. Instuderen van rollen bij schooluitvoeringen.
Opnamen van schooluitvoeringen voor het archief. Het opnemen door de leerlingen van speciale huldigingsprogramma's voor school- of lerarenjubilea, bv. met medewerking van oud-leerlingen. Het tevoren op-

nemen van muziekbegeleiding bij uitvoeringen. Meenemen van de recorder op excursies en schoolreisjes. Opgenomen banden afdraaien als leerkrachten afwezig of ziek zijn. Lessen opnemen voor zieke leerlingen en ook hun vorderingen weer vastleggen.

Het ligt grotendeels aan de fantasie van de leraar hoe nuttig hij de recorder bij het onderwijs kan maken. Voor de leerling worden de lessen er niet alleen waardevoller, maar ook meer attractief en levendig door. Een groot voordeel is het, dat de leerkracht ook thuis met de recorder kan studeren en er zijn lessen mee voorbereiden.

Het talenpraktikum

Als een bijzonder belangrijke ontwikkeling in de onderwijsmethoden moet hier het zgn. talenpraktikum worden genoemd. Dit systeem, dat men thans steeds meer aantreft in scholen van Middelbaar en Hoger Onderwijs, en in allerlei andere opleidingsinstituten, vindt zijn oorsprong in de U.S.A., waar men tijdens de 2e wereldoorlog in een zeer snel tempo aan militairen spreekvaardigheid in vreemde talen moest bijbrengen.

Hiervoor werd een speciaal onderwijssysteem ontwikkeld, waarbij de klaslokalen met recorders werden uitgerust. Het geheel verkreeg de naam „language laboratory". In de U.S.A. zijn momenteel verscheidene duizenden van deze „labs" in gebruik.

Het talenpraktikum, dat men kan zien als een praktijklokaal voor talenstudie, begint nu ook buiten de U.S.A. een grote vlucht te nemen, waarbij men kan profiteren van de reeds opgedane ervaring. Vooral ook de mogelijkheden van de moderne recorders (verscheidene sporen) dragen bij tot de effektiviteit van het systeem.

De leerlingen nemen bij het talenpraktikum plaats achter in rijen opgestelde tafels met ingebouwde recorders en zijn door geluidsabsorberende wanden van elkander gescheiden. De leraar leidt de les vanaf de leraarstafel.

Elke leerling is behalve van een recorder voorzien van een microfoon en koptelefoon. De les kan worden gegeven doordat de leraar in de microfoon spreekt of doordat hij een band afdraait met uitspraakvoorbeelden, bij voorkeur gesproken door iemand die de onderwezen taal als moedertaal heeft. De leerling volgt de met pauzes uitgesproken woorden en zinnen steeds in het voor hem liggende leerboek en spreekt deze telkens zo zorgvuldig mogelijk na. Zowel het voorbeeld als het nagesprokene wordt via de microfoon op de recorder van de leerling opgenomen. Deze uitspraak kan na afloop worden vergeleken met die van het origineel en juist in deze vergelijkingsmogelijkheid schuilt de grote praktische waarde van het

systeem. Er vindt, bij het individiuele afluisteren door de leerling, een direkte confrontatie plaats met de feilen en fouten die zijn uitspraak nog aankleven. Hij kan zijn tekortkomingen onmiddellijk corrigeren.

Door het stijgend tekort aan leraren wordt het aantal leerlingen per klas steeds groter en is voor elke leerling maar een heel korte tijd beschikbaar om zelf te spreken. In die korte tijd moet de leraar nog zijn correcties aanbrengen en zijn de andere leerlingen gedoemd tot luisteren. Deze toestand behoort dank zij het talenpraktikum tot het verleden. Alle leerlingen kunnen constant bezig zijn met luisteren en naspreken. Door de geluiddichte wanden zijn zij van hun buren gescheiden en kunnen zijn geconcentreerd werken.

De leraar is door het afdraaien van tevoren geprepareerde banden bevrijd van de direkte zorg voor het lesgeven. In plaats daarvan kan hij zich nu geheel wijden aan de controle op de uitspraak en aan de correctie. Het is hem mogelijk om door middel van schakelaars op het paneel in zijn lessenaar met elke leerling apart in contact te treden, hem af te luisteren en ook te corrigeren. Tevens kan de leraar op een aparte steekproef-recorder de leerlingen stuk voor stuk opnemen. Tijdens of na de les kan hij dan bv. aan de gehele klas het resultaat van zijn steekproeven laten horen en deze van commentaar voorzien.

Het is uiteraard mogelijk om de leraren-band zo vaak af te spelen als noodzakelijk wordt geacht. Er kan gebruik worden gemaakt van zelf samengestelde banden of van door gespecialiseerde instituten vervaardigde banden. Bovendien bestaan er banden met vaktermen over speciale onderwerpen, waardoor men zich snel in een bepaalde vaktaal kan inwerken.

De mogelijkheid is voorts aanwezig, om bv. gevorderde leerlingen in hun eigen cabine individueel te laten werken, met een aparte band.

Doordat de leerling ook de geschreven tekst vóór zich heeft, leert hij tegelijkertijd het beluisteren, het lezen en het spreken van de taal. Daarnaast komt dan, in het normale klaslokaal, het onderricht in grammatica en spelling.

Men kan het talenpraktikum ook in technisch eenvoudige vormen inrichten. Het meest effektieve systeem wordt echter bereikt door het toepassen van recorders met twee gescheiden kanalen, waarbij het origineel en het door de leerling nagesprokene tegelijkertijd, doch op aparte sporen (bv. 1 en 3) worden opgenomen. De leerling kan dan, na het terugspoelen van de complete les, door het gelijktijdig afluisteren van beide sporen zijn eigen uitspraak en het originele voorbeeld zin voor zin vergelijken en zijn uitspraak individueel verbeteren.

Muziekpedagogen hebben met behulp van recorders reeds opmerkelijke resultaten weten te behalen. Het aantal voordelen en mogelijkheden van het gebruik van een dergelijk apparaat in de leskamers van conservatoria en muziekscholen is ongelooflijk groot gebleken, zowel voor vakstudie als voor muziekonderricht voor amateurs. Hieronder worden de toepassingen „zelfstudie" en „onderricht aan leerlingen" afzonderlijk onder het oog gezien.

Zelfstudie

Bij de studie door beroepsmusici blijkt de recorder een niet te onderschatten hulpmiddel, dat veel tijd en energie bspaart.

Bij het bespelen van een muziekinstrument moet men namelijk normaal drie dingen tegelijk doen:

1. vooruit-lezen van de bladmuziek;
2. op de juiste manier spelen wat er staat;
3. luisteren naar het resultaat.

In de praktijk komt het laatste punt dikwijls in het gedrang. Het is dan ook een bekend feit, dat slechts weinigen in staat zijn, een oordeel over klank, geaardheid en voordracht van hun eigen spel te vormen. De studie van vergevorderde amateurs, beroepsmusici en podiumsolisten bestaat — naast de studie der zuivere speltechniek — voor het grootste deel hierin, dat zij leren, om hun eigen spel goed te beluisteren. De kwaliteit hiervan is immers het essentiële van het hele musiceren!
Bij het gebruik van de recorder bij muziekstudie komt dit punt volkomen los te staan van de beide „gelijktijdige"; het luisteren kan nà het spelen geschieden en men kan er zich nu objectief en voor 100% geconcentreerd tegenover stellen. Met de kritiek op het eigen spel in gedachten (of genoteerd), kan men precies bepalen welke passages veranderd moeten worden. Het instuderen en herhalen kan beperkt worden tot juist datgene, wat nodig is. Hierin schuilt de besparing van tijd en energie.

De werkwijze bij deze vorm van muzikale zelfstudie kan men het beste individueel aanpassen. De resultaten merkt men na verrassend korte tijd. Naast dit meer algemene gebruik van de recorder voor dit doel, staan echter nog speciale toepassingsmogelijkheden, die hier in het kort worden genoemd:

a. *Het instuderen van een solopartij voor concerten.* Voor het werkelijk behoorlijk kennen van concerten (dit geldt wel in het bijzonder voor piano) is studie mét de begeleiding welhaast onontbeerlijk. De recorder

biedt nu de mogelijkheid, deze begeleiding, gespeeld door orkest of piano, eenmaal vast te leggen en een ongelimiteerd aantal keren af te spelen. Men heeft dus niet telkens een pianist nodig (bij de studie van piano-concerten had men voorheen steeds een extra pianist nodig, en dus ook een extra instrument!). Voor dubbel-concerten geldt hetzelfde; bovendien kan men hier bij de opname de tegenmelodie zelf spelen.

b. *Ensemble-spel.* De bijzondere eigenschappen van de recorder springen hier wel zeer duidelijk in het oog. Tot nu toe kon een ensemble-speler nimmer een juist idee krijgen van de werkelijke samenklank van het geheel, omdat zijn noodzakelijke medespelen in het trio, kwartet, kwintet e.d. hem dit belette. Door het gespeelde werk op te nemen en gezamenlijk te kritiseren, wordt ook bij deze vorm van musiceren veel tijd en energie bespaard en worden daardoor ook vlugger betere resultaten behaald.

c. *Podium-angst bestrijden.* De recorder kan de toekomstige solist voor een groot gedeelte bevrijden van de beruchte plankenkoorts. Krijgt men in het begin bij het spelen voor de recorder min of meer hetzelfde gevoel van onherroepelijkheid als op het podium, bij het herhaaldelijk opnemen en het zich gewennen aan de methode, zal men ook geruster worden op de eigen prestatie (die met het kritisch studeren immers ook steeds beter wordt!). Vooral voor jonge solisten is dit zeer belangrijk. De gelegenheid om zich op het podium zelf aan het optreden in het openbaar te gewennen, is maar klein, en de recorder — als tussenfaze — kan bij het aankweken van zelfvertrouwen dus veelal een oplossing betekenen.

d. *Radio-opname.* Hierbij doen zich vele mogelijkheden voor. Men zet bv. een radio-opname en een eigen interpretatie van een bepaald stuk achter elkaar op een band. Het constateren van de verschillen is uiterst leerzaam. Ook is het mogelijk, tijdens het weergeven zelf met de band-opname mee te spelen. Juist door dit herhaaldelijk te doen, leert men veel.

e. *Evaluatie-studie.* Evenals bij het algemeen onderwijs, is bij het afdraaien van eerder opgenomen banden, om de eigen vorderingen te beoordelen, mogelijk geworden. Deze methode wordt, naarmate zij meer bekend raakt, als een zeer leerzame beschouwd.

Onderricht aan leerlingen

Om de specifieke voordelen van recorders bij het muziekonderwijs te onderzoeken, moet men minstens onderscheid maken tussen drie categorieën (wij baseren ons hier in hoofdzaak op piano-leerlingen):

a. beginnelingen — tot ca. 5 jaar studie;
b. gevorderden, die amateur willen blijven;
c. vakleerlingen.

Hierbij laten wij enkele richtlijnen volgen, die aan de praktijk zijn getoetst.

a. Beginnelingen

Een ingestudeerd werkje opnemen en afdraaien. De leerling erbij laten tellen of met triangel laten tikken. Fouten door leerling zelf laten uitzoeken en aanstrepen in het muziekboek. Met leerling praten over de voordracht.

Bij een nieuw in te studeren werk de leerling één hand laten spelen en opnemen. Afdraaien en met de andere hand mee laten spelen. Dit is veel aantrekkelijker en leerzamer dan op de gewone manier. Er zit een zekere sport in, waar elke leerling gevoelig voor is.

Deze werkwijze (eerst een bepaalde partij of stem opnemen en later het overige aanvullen) kan ook prachtig toegepast worden bij quatre-mains, bij liedjes met begeleiding, bij toonladders en études.

De leerlingen leren op deze manier het zo essentiële móeten volgen van een ander. Ze begrijpen de noodzaak, om door te spelen en niet rustig te zoeken tot ze de moeilijke passage onder de knie hebben. Bovendien ontstaat het grappige feit, dat de leerling, als het niet lukken wil, in conflict raakt met zichzelf.

Ter bevordering van de gehoorontwikkeling speelt de leraar enkele tonen of een korte melodie. Bij het afspelen moet de leerling zeggen welke tonen het waren. („Toontreffen".)

Leren luisteren: Achter elkaar op de band zetten van een stukje, eerst gespeeld door de leraar en daarna door de leerling. Het verschil in klank, sterkte en aanslag is voor de leerling dan veel duidelijker dan bij het gewone voorspelen.

b. Gevorderden

Bij gevorderde instrumentale leerlingen onderscheidt men als regel twee categorieën, nl. de zelfbewusten (met scherpe kritiek op prestaties van anderen) en de bescheidenen (die geneigd zijn té kritisch op zichzelf te zijn). Men moet de invloed van deze verwrongen instelling op de vorderingen der leerlingen niet onderschatten. Het is dus uiterst nuttig om corrigerend op te treden, en de recorder is ook hiervoor weer een prachtig hulpmiddel.

De scherp kritische zin van de zelfbewusten op anderen werkt automatisch ook, wanneer ze plotseling via de recorder hun eigen spel horen. Praktisch allen krijgen een flinke schok — want natuurlijk is hun eigen spel veel minder volmaakt dan ze dachten — en het kan niet anders of dit heeft een goede invloed op hun studeren. Het wordt gerichter en serieuzer. De bescheidenen daarentegen horen ineens, dat hun spel nog niet zo slecht is: ze horen er iets in wat ze in het spel van anderen bewonderden en waarvan ze meenden dat ze het zelf niet hadden. De recorder geeft hun het zelfvertrouwen terug. Meer dan de goedkeurende woorden van de leraar vermogen, worden ze gestimuleerd tot vlijtig doorstuderen, omdat ze nu meer het idee hebben dat het de moeite waard is.

Overigens is het werken met de recorder bij gevorderde leerlingen in grote trekken hetzelfde als bij de beginnelingen en bij zelfstudie. Evaluatiestudies, zowel van de prestaties van één leerling als van die van verschillende leerlingen, zijn zeer nuttig. Voor de leraar is het belangrijk, dat hij eerst de leerling het stuk geheel kan laten uitspelen, zónder de fouten te hoeven onthouden. Het wijzen op de fouten gebeurt namelijk pas, wanneer de opname afgespeeld wordt. De leerling behoeft dus tijdens het spelen niet gestoord te worden en wordt niet „van de wijs gebracht". Bij het weergeven van de bandopname is het ook gemakkelijk om te stoppen en de leerling een onduidelijke fout nóg eens te laten horen.

c. Vakleerlingen

Behalve de meeste van de hierboven reeds behandelde mogelijkheden, biedt de recorder aan de vakleerling gelegenheid om zich voor te bereiden op zijn evt. toekomstige taak als muziekpedagoog. Men kan voor een dergelijke vakleerling een complete les van een beginneling opnemen (tijdens de les wordt deze dan niet afgeleid), terwijl ook gedeelten van een dergelijke les van belang kunnen zijn. De vakleerling moet kunnen zeggen, welke fouten er in de opname zitten en hoe hij die zou verbeteren.

Voor vakleerlingen, die voor „solfège" werken, is de recorder ideaal bij gehooroefeningen en dictée's. Het aantal keren afspelen dat nodig is vooraleer het dictée genoteerd is, vormt een mooie maatstaf om vooruitgang te constateren. Ook het vastleggen van de stem bij oefeningen in toontreffen en pas daarna het aantonen van de zuiverheid door het naspelen aan de piano is veel doeltreffender dan de gewone manier: een toon zingen en die bepaalde toon controleren.

HOOFDSTUK X

TAPE CLUBS: GELUIDSOPNAME ALS HOBBY...

Wat de camera betekent voor de foto- of smalfilmamateur, is de recorder voor de tape-hobbyist. Het is dan ook zo, dat de leden van de desbetreffende verenigingen en clubs zonder uitzondering enthousiast zijn over deze nieuwe vorm van vrije-tijdsbesteding: het „geluidsjagen". Geluidsjagers of tape-amateurs zijn, in tegenstelling tot wat men soms denkt, geen lieden die een recorder bezitten om er in de eerste plaats het geluid van aardbevingen en straaljagers mee op te nemen en zo realistisch mogelijk, met volle sterkte, weer te geven. Het zijn amateurs, die belang stellen in een zinvolle en uiterst beheerste toepassing van geluidsregistratie en weergave. Alhoewel er diverse technische specialisten onder hen voorkomen, zijn de leden van de clubs voor het merendeel leken in de recordertechniek.

Het voornaamste doel van een geluidsjager is het maken van goede amateur-geluidsopnamen. Een tweede belangrijk facet van de activiteiten wordt gevormd door de „gesproken brief" of, meer in het algemeen, de uitwisseling van bandopnamen met anderen, hetzij nationaal of internationaal.

Over de gehele wereld

Tape clubs of verenigingen van geluidsjagers bestaan thans in vele landen van de wereld. Zij zijn doorgaans locaal zowel als landelijk georganiseerd. Een grote Engelse vereniging, gesticht in 1955, omvat bv. 150 clubs in allerlei steden en dorpen, met ledenaantallen die variëren van 10 tot 100 per club. De leden bespreken en beoefenen hun hobby in samenkomsten, brengen gezamenlijk bezoeken aan opnamestudio's, maken interviews met interessante persoonlijkheden, produceren klankbeelden en geluidsdocumentaires over belangwekkende historische en hedendaagse onderwerpen, synchroniseren geluid met dia's en smalfilms, maken geluidsopnamen van muziekuitvoeringen en sportgebeurtenissen en spelen dikwijls ook een rol in de locale ziekenomroep. Voorts organiseren zij demonstraties van wat men met een recorder doen kan, demonstraties van diverse soorten apparatuur: recorders, microfoons, luidsprekers, versterkers, mengkastjes, synchronisatieapparaten, etc.

Zij houden onderlinge competities en nemen deel aan nationale en internationale wedstrijden voor „de beste geluidsopname". De technisch geïnteresseerden bouwen zelf microfoons en luidsprekerkasten, of brengen nieuwe mogelijkheden aan op de in hun bezit zijnde apparatuur.

In Europa zijn de landelijke verenigingen uit België, Denemarken, Duitsland, Engeland, Frankrijk, Nederland, Noorwegen, Oostenrijk,

Zweden en Zwitserland verenigd in de F.I.C.S. (Fédération Internationale des Chasseurs de Sons). Deze organiseert jaarlijks de grote internationale geluidswedstrijd, de C.I.M.E.S. (Concours International du Meilleur Enregistrement Sonore), die telkens in een van de deelnemende landen wordt gehouden, in samenwerking met de radio-omroep. Vele omroepstations hebben vaste programma's voor geluidsjagers, waarin ook de bekroonde banden ten gehore worden gebracht. De inzendingen vinden plaats in verschillende categorieën:

a. *Montages* (hoorspelen, klankbeelden, sketches, etc.), max. speelduur 15 min.;
b. *Documentaires en reportages,* max. speelduur 10 min.;
c. *Muziek of spraak* (solozang of -spel, orkesten, koren, gedichten, volksliederen, imitaties, monologen, etc.), max. speelduur 4 min.;
d. *Actuele opnamen* (geluidssnapshots, ongebruikelijke stemmen, historische momenten), max. speelduur 4 min.;
e. *Technische experimenten* (trucs, montages, etc.), max. speelduur 4 min., en
f. *Scholen* (banden van scholen, die recorders toepassen in de klas) max. speelduur 10 min.

De leden van de clubs ontplooien behalve het houden van werkavonden en excursies nog velerlei activiteiten die met hun hobby verband houden. Veelal worden eigen tijdschriften uitgegeven en vormen de amateurs tezamen een geluidsarchief van bijzondere muziek of achtergrondgeluiden die bij het maken van bandprogramma's te pas kunnen komen. Een typische en uit hun liefhebberij voortvloeiende activiteit is het uitgeven van een periodiek op band, dat bv. in Nederland (Phonorama) met de regelmaat van een klok verschijnt en onder de leden circuleert. Het laat de abonné's horen wat moeilijk op schrift gesteld kan worden en is instructief en inspirerend. Er worden tal van praktische aanwijzingen voor het maken van opnamen in gegeven en „hoorbaar" geïllustreerd.

Een grote internationale organisatie, die ook in de meeste landen haar contacten heeft, is de „World Tape Pals". Hier staat de correspondentie met gesproken brieven voorop en de slagzin van WTP (opgericht in 1952) is dan ook „World Peace is simply a Matter of Understanding". Het ledenregister bevat meer dan 25000 namen uit 64 landen! Bij elke naam is aangegeven: beroep en adres, leeftijd, liefhebberijen, model en snelheid van de recorder en, in verband met de internationale uitwisseling, de talenkennis van de leden. Men kiest aldus zijn band-correspondentievriend of -vriendin, schrijft hem of haar een briefkaart om te weten of de correspondentie welkom is en stuurt daarna de eerste band. Zo ontstaat een zeer persoonlijke en interessante vorm van contact tussen mensen, die elkaar nimmer persoonlijk ontmoet hebben en dikwijls door werelddelen van elkaar zijn gescheiden. Er is een erecode: elke band moet binnen enkele weken met een andere band beantwoord worden!

Het verzenden van banden

In de meeste landen bestaan speciale lage posttarieven voor het verzenden van gesproken brieven en andere geluidsbanden. Door etiketten kan duidelijk worden aangegeven, dat het hier om zendingen van „magnetic recording tape" zonder handelswaarde gaat, dat het pakketje door de douane mag worden geopend en dat eventueel retourporto door de afzender wordt gegarandeerd. Voor gesproken brieven worden veelal 8 cm (3 inch) spoeltjes gebruikt,die in speciale verzenddoosjes met ruimte voor adres, afzender en postzegel ter post kunnen worden bezorgd. Postkantoren kunnen over verdere details en voorschriften alle inlichtingen verstrekken.

Geluidsjagers, Soundhunters, Chasseurs de son, Tonbandfreunde, Tape pals en Tapespondents — allen hebben zij één ding gemeen: zij zijn zonder uitzondering gegrepen door hun fascinerende hobby: de actieve trektocht op het magnetische geluidsspoor. . . .

HOOFDSTUK XI

DICTEERAPPARATEN

Het medium magnetische band is bijzonder geschikt om in dicteerapparaten te worden toegepast. Het is, door de wismogelijkheid, goedkoop in het gebruik en hoewel een dicteerapparaat niet geconstrueerd is voor muziek, is een goede weergeefkwaliteit van het gesproken woord zeer belangrijk voor de audio-typiste die de bandjes uitwerkt.

De gemakkelijkste vorm van toepassing van magnetisch band in dicteerapparaten is die, waarbij gebruik wordt gemaakt van cassettes. De band is daar geheel in opgesloten en behoeft niet te worden ingelegd. Cassettes zijn in de praktijk van het gebruik op kantoren ook gemakkelijk te hanteren of te verzenden en beschermen de band tegen stof en beschadiging.

Er wordt een volle en een lege cassette in het apparaat gelegd en door het overhalen van een handle wordt het einde van de band automatisch in de lege cassettespoel gebracht.

Aan een dicteerapparaat wordt bovendien de eis gesteld van betrouwbaarheid en eenvoud van bediening. De secretaresse of typiste is nu eenmaal geen technicus en ook de zakenman die dicteert wil liefst zo weinig mogelijk knoppen te bedienen hebben.

Moderne dicteerapparaten worden dan ook, bij het opnemen van het dictaat, bediend vanaf de microfoon. Deze bevat een start-stop schakelaar, een druktoets voor opnemen en een druktoets voor snel terugspoelen. Wanneer men de eerstgenoemde schakelaar in de start-positie zet, zonder de opneemtoets ingedrukt te hebben, wordt het dictaat weergegeven *door de microfoon*. Men hoeft de machine zelf dus tijdens het dicteren niet aan te raken, tenzij men snel voor- of achteruit wil spoelen.

Het maken van correcties is, zoals uit het voorgaande zal blijken, op deze manier uiterst eenvoudig. Men drukt even de terugspoeltoets op de microfoon in en start opnieuw op de gewenste plaats op de band.

Het gebruiken van een dicteerapparaat moet als regel even worden aangeleerd. Degene die het dictaat spreekt, moet eraan wennen om zijn zinnen met zorg te overwegen alvorens hij ze aan de band toevertrouwt. Weet hij ze eenmaal goed te formuleren en is de eerste schroom voor het spreken in de microfoon overwonnen, dan komen de voordelen snel naar voren: men kan zich volledig op het thema concentreren, het afluisteren van wat men tevoren gezegd heeft is veel gemakkelijker dan de secretaresse te vragen het stenogram terug te lezen, men is vrijer in de keuze van de momenten waarop men dicteert, de secretaresse kan continu aan het werk blijven en krijgt daardoor ook meer tijd beschikbaar om zaken af te handelen waaraan zij vroeger nooit toekwam.

Een dicteerapparaat is 24 uur per dag beschikbaar en de cassette met het dictaat kan door elke willekeurige typiste worden uitgewerkt.

Een belangrijke factor bij de keuze van een dicteersysteem — vooral voor kleine kantoren — is, dat dezelfde machine zowel voor het dicteren als voor het uitwerken moet kunnen worden gebruikt. Hierdoor bereikt men een zo groot mogelijke doelmatigheid. Voorts is het in veel gevallen gewenst, dat bij het uitwerken allerlei accessoires op de machine kunnen worden aangesloten, zoals een voetschakelaar voor starten en stoppen (eventueel te vervangen door een schrijfmachineschakelaar voor dezelfde functies) en een hoofdtelefoon of speciaal luidsprekertje voor het beluisteren van het dictaat door de secretaresse. Voor degene die dicteert, is een telefoonspoel voor het opnemen van belangrijke telefoongesprekken en een ingebouwde voorversterker voor het opnemen van conferenties met meerdere personen, dikwijls vereist.

Behalve op kantoren hebben dicteerapparaten ook ingang gevonden in bedrijven en laboratoria, in magazijnen, in de spreekkamers van artsen, juristen en architecten, kortom overal waar men snel bepaalde gegevens en rapporten moet kunnen vastleggen en waar veel onderbrekingen in het dictaat voorkomen. Door dit laatste wordt de specifieke plaats van het dicteerapparaat in de variëteit van magnetische recorders vooral bepaald.

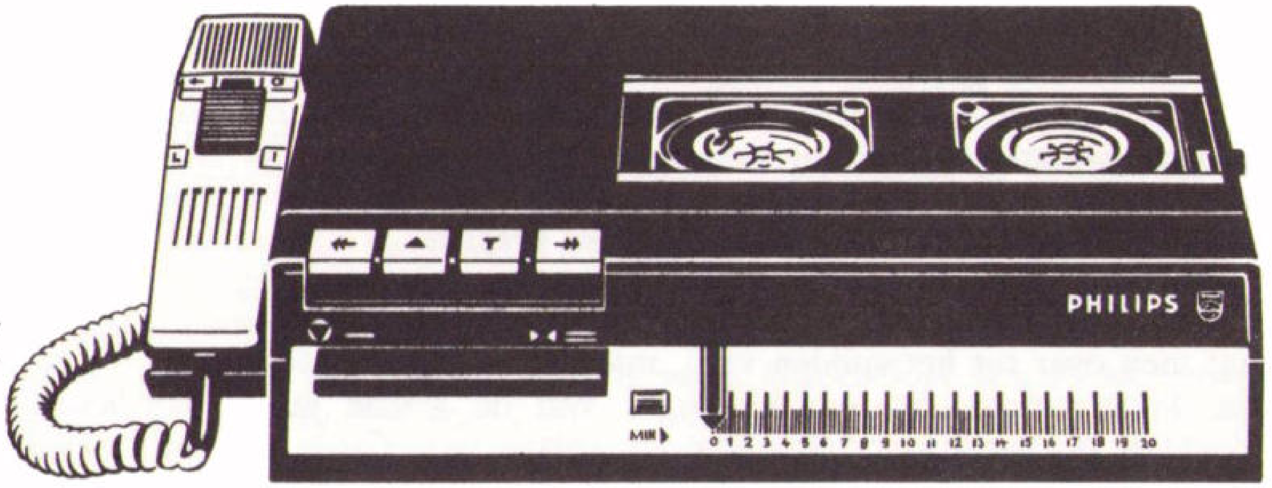


Fig. 57. Modern dicteerapparaat met kleine bandcassette voor gebruik op het lichtnet. Dicteertijd 2 × 20 minuten. Start-stop, opnemen en weergeven kan vanaf de microfoon worden bediend. De microfoon fungeert tevens als afluisterluidspreker. In de speciale batterij-uitvoering van dit dicteerapparaat wordt dezelfde cassette toegepast, zodat de tijdens reizen e.d. opgenomen dictaten op kantoor op bovenstaande machine kunnen worden uitgewerkt.

HOOFDSTUK XII

MAGNETISCHE OPNAME VEROVERT DE WERELD

Wij hebben in dit boek voornamelijk gesproken over de recorder zoals hij in de huiskamer, maar ook in het merendeel van de honderden semi-professionele en professionele toepassingsgevallen gebruikt wordt, d.i. in een kleine, compacte vorm. Er zijn echter specifieke beroepsgebieden, waar de aan de magnetische registratie gestelde eisen bijzondere uitvoeringen van de apparatuur noodzakelijk maken. Om hiervan een indruk te geven en ook om te illustreren hoe wij in onze geluidswereld steeds meer door vernuftige toepassingen van recording worden omringd, volgt hier een korte reis langs studio's, vliegvelden, warenhuizen, bioscopen, kantoren en andere plaatsen waar geluidsbanden belangrijke functies vervullen ten behoeve van registratie, communicatie, informatie, ontspanning en doelmatige bedrijfsvoering.

Professionele recording in studio's

Aan de opneeminstallaties in radio- en geluidsstudio's worden bijzondere kwaliteitseisen gesteld. Behalve dat er doorgaans hogere bandsnelheden worden toegepast (38 of 19 cm per sec), komen slechts zeer stabiele en nauwkeurig functionnerende loopwerken in aanmerking. De elektronische apparatuur mag geen vervorming vertonen en moet gemakkelijk door te meten en uitwisselbaar zijn. Als regel zijn versterkers e.d. dubbel uitgevoerd, waardoor men bij eventuele storingen direct op het reserveapparaat kan omschakelen. Modulatiemeters en tijdsduur-indicators zijn noodzakelijkerwijs van zo groot mogelijke precisie.

Opnamen voor grammofoonplaten worden tegenwoordig zonder uitzondering eerst op band vastgelegd. Pas na montage en eventuele correctie gaat men over tot het snijden van „masters" voor de matrijs. In verband met de stereofonische ontwikkelingen van de laatste jaren, worden de opnamen op meerdere geluidssporen vastgelegd. Grote studiorecorders komen derhalve voor in allerlei stereofonische uitvoeringen, soms ook met bredere geluidsbanden dan de normale van $6\frac{1}{4}$ mm.

Een andere categorie van professionele recorders wordt gevormd door de transportabele recorders met studiokwaliteit. Deze worden in de praktijk meegenomen naar opneemplaatsen buiten de studio en zijn speciaal voor dit doel ingericht.

Geluid in film- en televisiestudio's

De behandeling van geluidsopnamen in filmstudio's en van de zgn. tele-

recording bij de televisie, stelt bijzondere eisen. Hier moet het geluid namelijk steeds worden beschouwd in samenhang met het beeld en moet men voorzieningen treffen voor een goede synchronisatie.

De gebruikte recorders zijn dan ook van het zgn. perfotapetype, dat wil zeggen dat de geluidsband wordt getransporteerd over getande rollen, zoals bij filmprojectoren. De magnetische banden zijn voorzien van perforaties en hebben in de meeste gevallen dezelfde breedte als de film (35 of 16 mm). Het is hierdoor mogelijk, beeld en geluid nauwkeurig gelijk te laten lopen en — zoals noodzakelijk in filmstudio's — later gecombineerd op een filmband te kopiëren.

Speciale problemen ontstaan door het feit, dat verschillende geluidselementen (muziek, dialoog, achtergrondgeluiden) in studio's eerst in een laat stadium van de productie worden samengevoegd. De apparatuur wordt hierdoor tamelijk omvangrijk en gecompliceerd en ook de verbindingen tussen de verschillende opneemruimten zijn niet altijd even eenvoudig. Bovendien worden de geluidssignalen via menglessenaars geleid, waar opnameleiders en geluidsingenieurs alle artistieke en technische ingrepen moeten kunnen verrichten resp. beoordelen.

Geluidsweergave in de bioscoop

Sedert de introductie van nieuwe filmsystemen als CinemaScope, Todd-AO e.d., waarbij niet alleen aan het filmbeeld een meer spectaculair karakter werd gegeven, doch ook voor de geluidsweergave een ruim gebruik van de technische mogelijkheden werd gemaakt, is er in de projectiecabine van de bioscoop veel veranderd. Het geluid op de filmband is vaak op meerdere sporen geregistreerd en kan door gescheiden weergave via aparte luidsprekergroepen in aanzienlijke mate bijdragen tot de ruimtelijke werking van het filmgebeuren. Bij een breedfilmsysteem als Todd-AO bevat de 70 mm brede filmstrook niet minder dan zes magnetische geluidssporen. Deze worden in de projector met een zgn. magnetische toonkop afgetast en het geluid gaat dan via afzonderlijke versterkers naar de luidsprekers achter het scherm en in de zaal. Ook is hier nog sprake van het gescheiden weergeven van hoge en lage tonen, door middel van speciale soorten luidsprekers. Voor dit doel zijn in de versterkers scheidingsfilters ingebouwd.

Speciale theater-installaties

In grote theaters, zoals de Scala in Milaan, maakt men behalve van professionele recorders voor geluidseffekten en uitgebreide stereofonische installaties voor een goede geluidsdistributie in de zaal, gebruik van elektro-akoestische nagalmapparaten. Deze werken volgens het magnetisch registratieprincipe en zijn zodanig ingericht, dat ze het geluid enige tijd

kunnen vasthouden. Hiertoe zijn op bepaalde afstanden van elkaar verschillende magneetkoppen aangebracht, die het geregistreerde geluid telkens met een bepaalde vertraging weergeven. Deze „vertragingen" worden naar de bijbehorende luidsprekergroepen in de zaal geleid en men kan zich voorstellen, dat door het veranderen van de instelling op de nagalmmachine op dergelijke wijze kortere of langere tijdsvertragingen kunnen worden verkregen. Deze kunnen bij de toeschouwer de indruk van een kortere of langere nagalmtijd scheppen, al naar gelang van de aard van het uitgevoerde werk. In het desbetreffende hoofdstuk over Akoestiek zagen wij ook dat bv. een concertuitvoering geheel andere akoestische eisen aan de zaal stelt dan een toneelvoorstelling.

Geluidskopieermachines

Voor het kopiëren van grote aantallen geluidsbanden bestaan speciale multiplicators of geluidskopieermachines. Deze moeten enerzijds aan de eis voldoen, dat de geluidskwaliteit bij het multipliceren niet merkbaar achteruitgaat en anderzijds moet de productie van bv. muziekbanden in een snel tempo kunnen geschieden, teneinde met het persen van grote aantallen grammofoonplaten te kunnen concurreren.

De gemiddelde snelheid, waarmee dit kopiëren heden ten dage plaatsvindt is ongeveer 8 × zo groot als die waarmee de band uiteindelijk wordt afgespeeld.

Blindenbibliotheken maken voor het kopiëren van gesproken boeken en tijdschriften van dergelijke machines een frequent gebruik.

Automatische recorders

Voor speciale toepassingen, als het non-stop weergeven van verkoopboodschappen in warenhuizen (in liften, e.d.) maakt men dikwijls gebruik van voor dit doel aangepaste recordermechanismen, die aan een geluidsinstallatie gekoppeld zijn. Ook de afspeelmachines bij de steeds meer in zwang komende Klank en Licht-spelen maken bijzondere voorzieningen met relais en afwisselende overschakelingen naar bepaalde luidsprekergroepen noodzakelijk.

Elektronische muziek

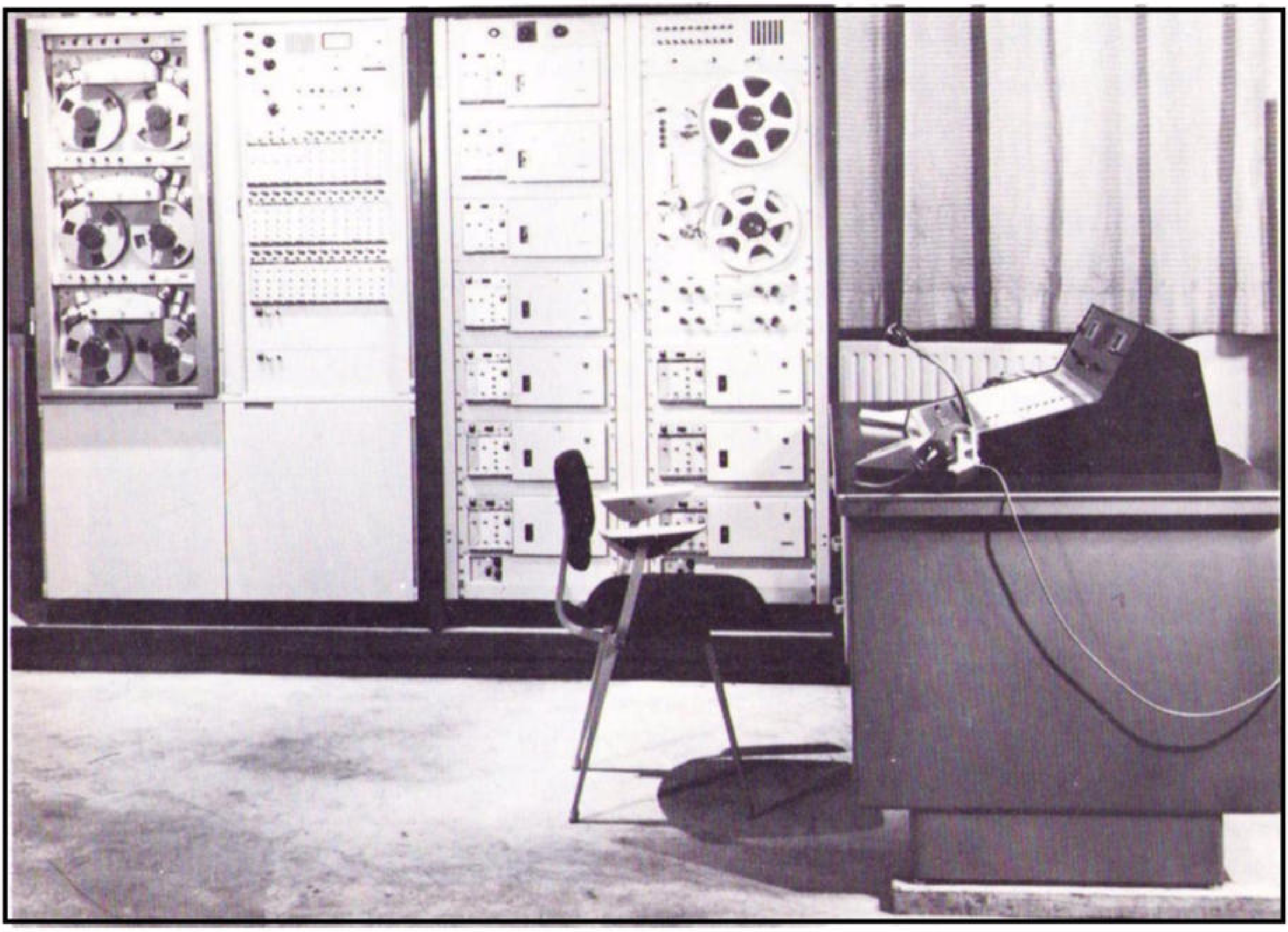
Volgens een definitie is elektronische muziek, die muziek, welke ontstaat bij de weergave van kunstzinnig gemonteerde fragmentarische opnamen, die met de magnetische band zijn verkregen. Deze opnamen kunnen zijn gemaakt van natuurlijke geluiden of van synthetische trillingen, die met elektronische of mechanisch-elektronische apparaten zijn opgewekt, dan wel kunnen zijn ontstaan uit combinaties van beiderlei herkomst en al dan niet vooraf zijn gemodificeerd.

Philips video-recorder.

Automatische recorder in een warenhuis voor het non-stop weergeven van verkoopboodschappen aan het publiek. De recorder is gekoppeld aan een geluidsinstallatie.

De componist Henk Badings (rechts) in de opneemruimte van een studio, bij het monteren van banden met elektronische muziek.

Communicatie-recorders voor vliegvelden. Links een 31-kanaals recorder voor het vastleggen van gesprekken tussen navigators in vliegtuigen en de contrôle-toren. Rechts een rek met zgn. berichten-herhalingsmachines voor het uitzenden van weerberichten.



Men maakt voor het opwekken van de trillingen veel gebruik van toongeneratoren, en dergelijke, waarbij, in combinatie met recorders, een grote schaal van mogelijkheden ontstaat in het variëren van toonhoogte, klankkleur, intensiteit en tijdsduur.

De meeste componisten van elektronische muziek zijn voor hun experimenten aangewezen op de technische faciliteiten van de radio-omroep of elektro-akoestische laboratoria van fabrikanten.

Communicatie-recorders

Op vliegvelden worden sinds enige jaren uitgebreide opneeminstallaties gebruikt voor het continu opnemen van communicaties tussen vliegtuigen in de lucht en de controletorens. Het is hierbij gewenst, dat meerdere gesprekken en signalen tegelijkertijd worden vastgelegd en onderbrekingen moeten zijn uitgesloten. Deze eisen hebben geleid tot installaties, die 7, 15 of 31 geluidssporen tegelijk registreren en waarvan de werking geheel automatisch is. Er worden spoelen met band op gebruikt, die bv. 12 uur ononderbroken opnemen bij een snelheid van 2,4 cm/sec. Hierna treedt automatisch een tweede mechanisme in bedrijf. Ook een tijdsignaal wordt op de band opgenomen. Het is met dit systeem mogelijk geworden, om bij eventuele onregelmatigheden of rampen in de buurt van luchthavens, waardevolle gegevens te verifiëren. Verdere toepassingen van communicatie-recorders vindt men bij elektriciteitscentrales en telefooncentrales.

Voor het opnemen en herhalen van bepaalde berichten, zoals weerberichten op vliegvelden, bestaan systemen met een aantal kleine recordereenheden. Deze kunnen elk tot 30 minuten gesproken woord vastleggen en de betreffende berichten in een bepaalde vooraf ingestelde volgorde hetzij continu hetzij na een signaal van buiten, weergeven. Op deze wijze worden op vliegvelden de weerberichten, afkomstig van verschillende meteo-stations, op regelmatige tijdstippen op de band vastgelegd, zodat navigators van vliegtiugen ze via hun zend/ontvanginrichting kunnen opvangen.

Het magnetisch geheugen

In elektronische rekenmachines (computors) wordt het geheugenwerk verricht door magnetisch vastgelegde impulsen. Commando's voor het automatisch bedienen van machines, drukpersen, e.d. worden in de vorm van magnetische signalen op de band vastgelegd, zodat zij — in combinatie met relais — voor een nauwkeurige besturing van de betreffende apparaten kunnen worden gebruikt.

In vliegtuigen, raketten en kunstmanen bevinden zich recorders die met instrumenten zijn gekoppeld. Op de grond legt men op magnetische wijze meetresultaten vast, die door deze — veelal onbemande — luchtvaartuigen worden uitgezonden.

Dagelijks worden in wetenschap en industrie nieuwe voorbeelden ont-

dekt van processen, die men door middel van recorders beter, efficiënter en sneller kan doen verlopen.

Magnetisch geluidsspoor op smalfilms

Kort geleden is men er in geslaagd, ook op smalfilm voor amateurgebruik (8 mm) een magnetisch geluidsspoor aan te brengen. Hiertoe wordt de nog onbelichte film in de fabriek voorzien van een smal strookje ijzeroxyde, dat bij het ontwikkelen onaangetast blijft en dat later — op de projector — door de amateur van een geluidsopname kan worden voorzien. Tot op heden zijn slechts enkele typen van smalfilm hiervoor ingericht. Het strookje ijzeroxyde kan ook worden aangebracht nadat de film ontwikkeld is („striping").

Magnetisch vastleggen van beelden

Er staat ons in de magnetische recording-techniek nog minstens één grote revolutie te wachten: de *video-recorder*. Deze ontwikkeling is in feite reeds begonnen. In de meeste televisie-studio's bevindt zich thans namelijk professionele apparatuur voor het vastleggen van beelden op magnetische band, volgens een proces dat tamelijk gecompliceerd is en dat oorspronkelijk door enkele maatschappijen in de Verenigde Staten werd ontwikkeld.

Video-recording bespaart in de TV-studio enorm veel werk en kosten. Zo is de vroeger toegepaste chemische behandeling van opgenomen programma's op film overbodig geworden. Verder denke men aan de mogelijkheid, om het „ingeblikte" beeld — precies zoals bij een geluidsopname — onmiddellijk terug te spelen en te controleren. Een programma kan nu niet alleen tevoren worden beoordeeld, doch tevens op elk gewenst moment worden uitgezonden.

Thans is gebleken, dat recording- en televisietechnici in de industrie erin geslaagd zijn een dergelijke video-recorder ook in kleinere afmetingen te vervaardigen en tevens aan de eisen van gemakkelijke bediening en bedrijfszekerheid te voldoen, zodat het apparaat door de technische leek kan worden gehanteerd. Naar alle waarschijnlijkheid zal de aanschaffingsprijs althans in de eerstkomende jaren nog vrij hoog zijn. Desondanks kan men zeggen, dat de „home-video-recorder", waarmee eenieder opnamen van zijn televisietoestel kan maken óf zelfs rechtstreekse opnamen van een klein model televisiecamera, er is. Uiteraard registreert het toestel tegelijkertijd ook het bijbehorende geluid.

Beeld én geluid in de huiskamer door een simpele druk op de knop doen vastleggen . . . Spraken wij in dit boek niet over het „wonder" van de magnetische registratie?

HOOFDSTUK XIII

CASSETTE-RECORDERS

Naarmate de tape recorder in populariteit toenam, werd het duidelijk dat veel mensen een dergelijk apparaat wel zouden willen bezitten, indien er maar niet zulke eisen aan hun handigheid in het bedienen zouden worden gesteld. Het inleggen van de band, het omgaan met spoelen en vooral het uit elkaar houden van 4 verschillende geluidssporen leverde voor hen moeilijkheden op. Tevens werd met miniaturisatie in de recorderbouw (transistors, gedrukte bedrading) en het populair worden van kleine batterij-apparaten (gelijkstroom-motortjes van hoge kwaliteit) een stadium bereikt, waarbij de wens naar een meer compacte „geluidsdrager" zich opdrong.

Eind 1963 lanceerde Philips zijn Pocket-recorder, een volledig getransistoriseerd batterij-apparaat, dat voor de bediening in de palm van een hand kon worden meegenomen. Er was slechts een enkele knop voor de bediening van het mechanisme. De spoelen waren vervangen door een bandcassette ter grootte van een klein notitieboekje. Hiermee deed het klik-klak-klaar principe zijn intrede in de tape recording.

Het apparaat werd een dusdanig succes, dat er in korte tijd een miljoen (!) van werden verspreid. Bovendien bleek de cassette ideaal om te worden voorbespeeld, zodat grammofoonplatenfabrikanten er muziekrepertoire op konden uitbrengen. Hiernaar had men van die zijde reeds jarenlang gezocht.

Met het oog op de vereiste „uitwisselbaarheid" van de door muziekleveranciers opgenomen cassettes op verschillende apparaten werd gekozen voor de standaardsnelheid van 4,75 cm/sec (1 7/8 ips). Tevens werd het gehele systeem, om redenen van internationale normalisatie, door Philips ook aan andere fabrikanten ter toepassing aangeboden.
Naast enkele batterij-modellen werden ook modellen voor aansluiting op het lichtnet uitgebracht, bedoeld voor de huiskamer, alsmede cassette-apparaten voor inbouw in auto's.

Principe

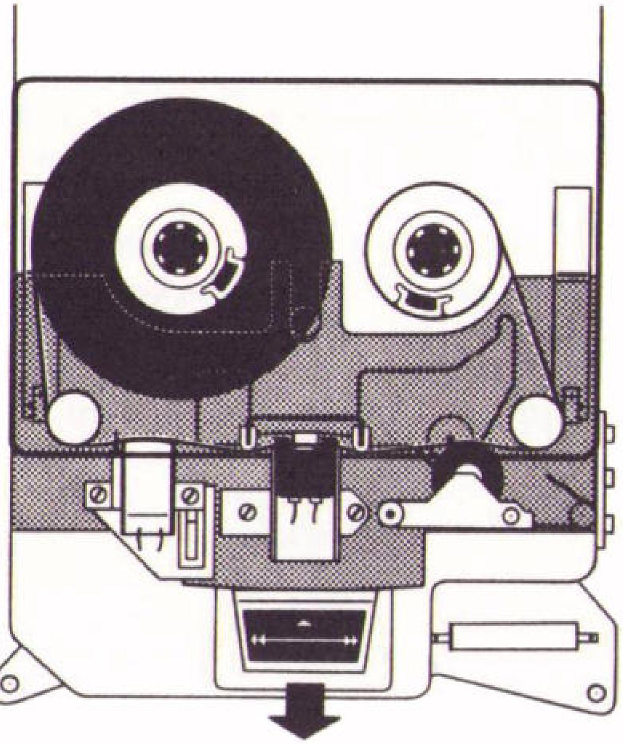
De Compact Cassette, zoals het medium internationaal werd gedoopt, bestaat uit een houder (doosje) van kunststof, waarin een kleine opwikkelkern en afwikkelkern zijn aangebracht. Bij het inleggen van de cassette passen de kernen in de twee uitstekende transportassen van de recorder. Aan de kernen is in de cassette het rolletje band bevestigd, zodanig dat het bij het afdraaien (spoor *A*) van links naar rechts wordt getransporteerd en daarna — op de rechter kern — tot stilstand komt. De cassette wordt dan omgedraaid en tijdens het afspelen (spoor *B*) loopt de band weer naar de andere kern. Men kan de cassette op elk moment, ongeacht de stand van de band, uit de recorder nemen.

De band is zichtbaar door een venster.

De band is slechts half zo breed als normaal (3,8 mm/0,15 inch) en er wordt gebruik gemaakt van dunne bandsoorten.

Er zijn twee soorten blanco cassettes verkrijgbaar : de C-60 cassette geeft een speelduur van 2 x 30 minuten en de C-90 cassette geeft een speelduur van 2 x 45 minuten.

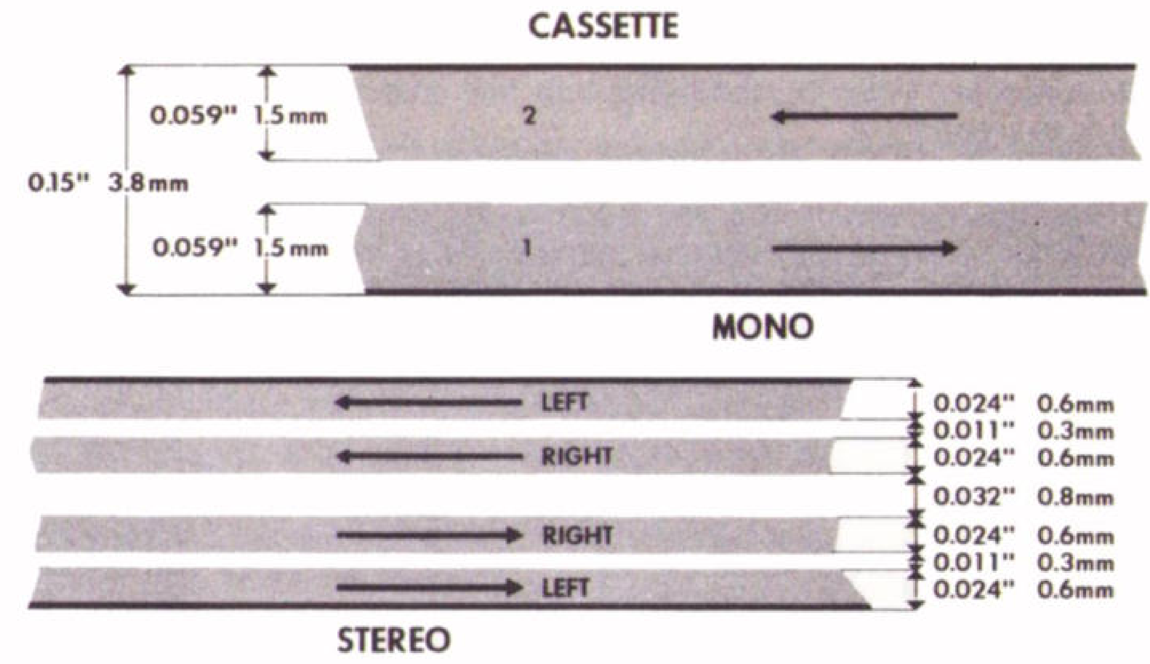
Figuur 58



Zoals blijkt uit fig. 58 passeert de band enkele openingen, waarin bij het inschakelen van de cassette-recorder respectievelijk de wiskop, de opneem/weergeefkop en de aandrukrol in contact met de band worden gebracht. De zeer dunne toonas past eveneens in een speciale opening en raakt de band aan de ongevoelige zijde. Voorts is de cassette aan de rugzijde voorzien van uitbreeknokjes, waarmee deze onuitwisbaar kan worden gemaakt. Als men op deze wijze een belangrijke opname tegen abusievelijk uitwissen wil beveiligen, wordt het nokje van het betreffende spoor weggebroken. Er ontstaat dan een opening, waardoor — als de cassette in de recorder is ingelegd — een blokkering van de opneemknop in werking treedt. Voorbespeelde muziekcassettes (musicassettes) zijn ook op deze wijze beveiligd.

Mono en Stereo gecombineerd

Het Compact Cassette-systeem betekende een ware doorbraak voor wat betreft bedieningsgemak, maar tevens voor de popularisatie van stereofonie.



Figuur 59

Het bleek namelijk mogelijk om spoor *A* en spoor *B* op het smalle cassette-bandje andermaal in tweeën te delen (zie fig. 59) zodat er ruimte kwam voor het linker náást het rechter spoor. Met behoud van een goede geluidskwaliteit werd aldus een oplossing voor stereo gevonden, die dezelfde speelduur toelaat als mono. Het systeem is "compatibel", hetgeen betekent dat stereo op een mono-recorder kan worden afgespeeld en mono op een stereo-recorder. De enkelvoudige mono-magneetkop zal de bovenste bandhelft als één geheel aftasten (dus ook eventuele gescheiden links/rechts sporen) en de dubbele stereo-magneetkop bestrijkt volgens de tekening 2 x 0,6 mm van de totale spoorbreedte.

Deze eenvoudige oplossing, die in de praktijk uitstekende stereo-kwaliteit bleek op te leveren, werd door de grammofoonplatenfabrikanten die hun repertoire op zgn. musicassettes gingen uitbrengen, eveneens gaarne aanvaard. Hun "master"-banden, waarvan — overgebracht op de matrijs — platen werden geperst of voorbespeelde banden gecopieerd, waren reeds geruime tijd alle in stereo opgenomen. Nu hoefden slechts de dupliceermachines te worden aangepast voor de dubbele spoorligging, om "stereo/mono-compatibele" muziekcassettes te kunnen vervaardigen.

Verdere voordelen van het systeem

Muziek, opgenomen op cassettes, is gemakkelijker „bereikbaar" dan op spoelen. De hoeveelheid muziek per afspeelkant is bij populair repertoire

goed te overzien (ongeveer gelijk aan een zijde van een 30 cm langspeelplaat), terwijl de totale speelduur ook voor klassieke werken voldoende is. Het omleggen van de cassette voor het beluisteren van de andere kant is het werk van een ogenblik.

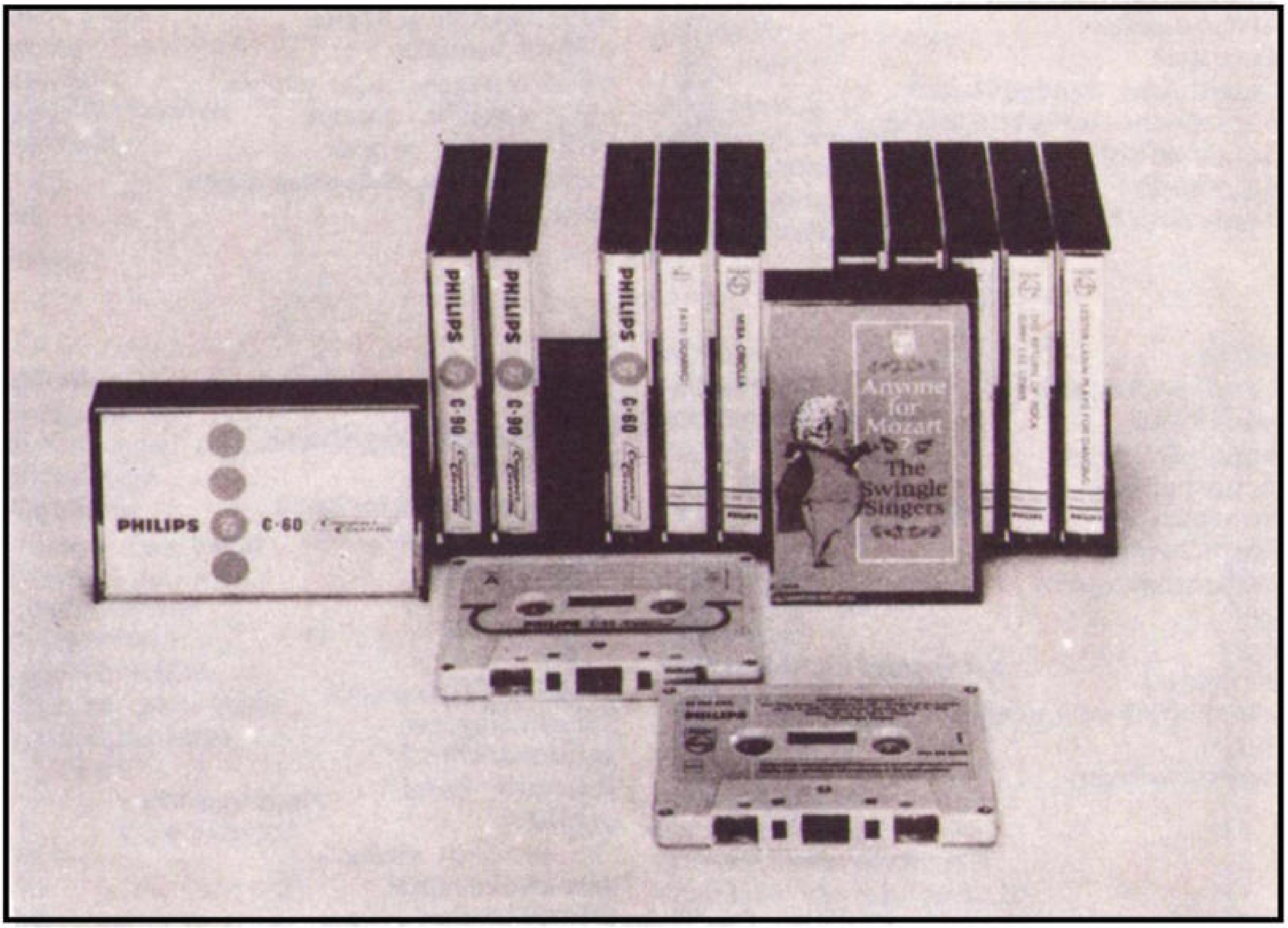
Er is geen slijtage, geen naaldgeruis of risico van krassen zoals op de grammofoonplaat. Voor beschadiging van het afspeelelement behoeft niet te worden gevreesd.

Het maken van eigen opnamen blijft volledig mogelijk (behalve uiteraard bij cassette-spelers, waarin het opneemgedeelte ontbreekt). Aansluitmogelijkheden voor microfoon, radio, grammofoon en versterker zijn bij alle normale cassette-recorders aanwezig. Op batterij-modellen kan men de los verkrijgbare netvoedingseenheid aansluiten.

Luidsprekerboxen kunnen eveneens eenvoudig worden aangesloten, zonder dat een extra versterker nodig is. Het elektronische inwendige van een kleine cassette-recorder blijkt dan tot veel meer in staat dan het ingebouwde luidsprekertje kan verwerken.

Muziekcassettes of eigen opnamen kunnen b.v. tijdens lange ritten in de auto worden afgespeeld. De speciale auto-cassettespelers zijn compact gebouwd en worden gebruikt in combinatie met autoradio en accu. Van atmosferische storingen heeft men uiteraard geen last. Er zijn ook inbouwbeugels voor complete cassette-recorders, zodat men b.v. onderweg in auto's eigen opnamen kan maken.

De bedoeling, voor eenieder een gemakkelijk hanteerbaar en in alle opzichten en op alle plaatsen toe te passen geluidsregistratie- en -afspeelmedium in het leven te roepen is met het Compact Cassette-systeem bereikt. Zowel technisch als wat betreft de toepassingen zijn er nog mogelijkheden te over: gecombineerde radio-cassettespelers, cassettewisselaars, cassette-uitleenbibliotheken, cassettes met talencursussen, cassettes met tekst en muziek bij toeristische diaseries en visuele instructie, geprogrammeerde rondleidingen op cassettes bij historische bouwwerken en in touringcars en boten.


PHILIPS
C-60
PHILIPS
C-90
PHILIPS
C-90
PHILIPS
C-60
Anyone for Mozart
The Swingle Singers
PHILIPS

REGISTER

A

aandrukrol 19
aandrijfas 19
aandrijving 18
aanpassing 55
absorptie 67
achtergrondgeluiden . . . 101
afsnijfrequentie 52
afstandseffekt 35
akoestiek 65
akoestische raadgevingen . . 89
akoestische terugkoppeling . . 61
amateurfilm, geluid bij . . 102
amplitude 2, 4
automatische recorders . . 134

B

baffle 52
band, verzenden 129
bandbreuk 62
bandmicrofoon 50
bandsnelheid 20, 28
bandsoorten 27
basreflexkasten 52
bedieningsfouten 107
bel 36
bias 33
bilateraal 9
binnenhuis opnamen . . . 66
brom 64
bromstoringen 85

C

cassette 56
cassette-recorders . . . 137
cellulose-acetaat 27
coërcitie 27
communicatierecorders . . 135
compact cassette 138
computers 135
condensatormicrofoon . . . 50

D

decibel 36, 37
demagnetisatieverlies . . . 35
dia's, geluid bij 102
diastuurapparaat 57
dicteerapparaat 130
diode-aansluiting 56
draadopnemer 12
draaiboek 103
dragermateriaal 27
drop-out 63
dubbelconus luidspreker . . 53
dubbellangspeelband . . 23, 27
duurtoon 69
dynamiek 38

E

eindloze band 56
elektro-dynamische microfoon . 49
elektronisch gedeelte . . . 15
elektromagneet 14
elektro-magnetisch proces . 14, 24
elektronische muziek . . . 134
elektronisch proces . . . 40
elektronische rekenmachine . 135
enkel spoor 20

F

filter 42
Fletcher 36
foon 4
fotografische registratie . . 8
frequentie 2, 28
frequentiekarakteristiek . 37, 40
frequentie v. muziek-
instrumenten 3

G

gamma ferro-oxyde . . . 26
gehoordiagram 38
gehoordrempel 37
gekrulde band 27
geluid 1
- in studio's 133
geluidsabsorptie 67
geluidsarchief 95
geluidsband 13, 26
geluidsdruk 54
geluidseffekten . . . 78, 10
geluidskopieermachine . . 134
geluidskwaliteit . . 36, 39, 65
geluidsmontages 93
geluidsspoor . . . 4, 13, 20
geluidssterkte 36
geluidstrilling 2
geluidsweergave in bioscoop . 133
gemengde opnamen . . . 99
gerekte band 27
gevoeligheid 54
golflengte 2, 28
grammofoon 17
grammofoonplaat 7

H

Hertz 2, 37
High Fidelity 39, 52

homogeen band 27
hoofdtelefoon 58
hoogfrequent voormagnetisatie . 25
hoog ruisniveau 63
hoorspelen 99
hysteresislus 32

I

impedantie 54
ingang 16, 54
intensiteit 36
intensiteitsschrift . . . 9
interviews 97

J

Jengel 46, 62

K

kanariën 46, 62
klankbeelden 99
klankborden 52
klankkasten 52
klankkleur 4
knippen van band . . . 94
konische as 45
koolmicrofoon 48
kopieereffekt 27, 63
kopieermachine 134
kopiëren van band . . . 92
kristalmicrofoon 49
kwaliteit 39
- (luidspreker) . . . 51
- (microfoon) 47

L

langspeel band 23, 27
lineaire vervorming . . . 39, 40
luchtspleet 28
luidheid 36
luidspreker 17, 51
luidsprekeropstelling . . . 73
lusvorming 62

M

maagdelijke ruis 30
magneetkop 14, 24
magnetische band 26
- geheugen . . 135
- geluidspatroon . 13
- systemen . . 11
magnetisatieproces 31
mechanisch gedeelte 18
mengkastje 58, 100
menselijk gehoor 36
microfoon 16, 47
microfoonkastje 58
microfoon opstelling . . . 87
microfoontechniek . . . 85
modulatie-indicator . . . 43
modulatieruis 30
monauraal 73, 78
monteren van band . . . 93
monofonisch 73
multiplay 78
„Mu-metaal" 24
musicassette 138
muziekakoestiek 67
muziekinstrumenten, frequentie . 3
muziekopnamen 98
muziekstudie 123

N

nagalm 65
nagalmtijd 65
natuurgetrouwheid . . . 39, 52
nulruis 30

O

omvormen 56
onduidelijk geluid . . . 62
onderhoud 60
onregelmatig opspoelen . . 62
onderwijs 115
opname-adviezen . . . 82
opnamefouten 107
opneemproces 33
opneemtechniek 68
opneem/weergeefkop . . . 25
opnemen van platenspeler . . 91
- , principe . . . 13
- van radio . . . 91
- , wenken . . . 90
overmodulatie 30

P

PE band 27
permeabiliteit 35
Philips-Miller systeem . . 10
phonograph 6
polivinylchloride 27
polyester 27
pre-emphasis 42
professionele apparatuur . . 132
PVC band 27
pijngrens 37

R

radio-ontvanger 16

recorder, keuze 76
- , speciale eigenschappen 78
registratiesterkte 30
remanentie 31
remanent magnetisme . . 15, 26
reportages 97
richteffekt 48, 53
richtingsgevoel 69
richtingshoren 65, 70

S

schor geluid 63
signaal/ruisverhouding . . 38
sjirpend geluid 63
slipkoppeling 19
smalfilm, geluid bij . . . 104
snelheid 20
snelheidsvariaties 46
spraakakoestiek 66
spraakopnamen 97
speelduur-tabel 23
spleeteffekt 35
spleetinstelling 29
spleetlengte 28
standaardband 23, 27
stereofonie 11, 69
stereofonisch horen 65
, opnemen . . 11, 79
- weergave . . 73, 79
stereorecorder 57
sterkteverhoudingen 36
stemtest 86
stemvork 1
stoorsignalen 29
storingsverschijnselen . . 61, 62
studiovoorzieningen 67
stottereffekt 63

T

taalonderwijs 118
talenprakticum 121
tape clubs 127
tape recorder 13
- , aansluitmogelijk-
heden . . . 17
- , elektromagnetisch
gedeelte . . . 14
- , elektronisch
gedeelte . . . 15
- , mechanisch
gedeelte . . . 18
telefoonspoel 59
telegraphon 12
theater-installaties 133
timbre 2, 4
toepassingsmogelijkheden . . 109
toonas 19
toonhoogte 2, 4
- variaties 84
transport mechanisme . . . 18
trappenschijf 45
trillingen 1
trillingsgetal 2
triple-band 23, 27
troebel geluid 63
twee sporen 21
tweeters 53

U

uitgang 16, 54
unilateraal 9

V

versterker 15, 16
vervorming 29
- , lineaire . . . 39, 40
verzenden van banden . . 129
video-recorder 136
vier sporen 21
vliegwiel 19, 46
voetschakelaar 59
voormagnetisatie . . . 25, 33
voortplantingssnelheid . . . 1
voorversterker 57

W

Weber-Fechner 36
weergeefproces 34
- , principe . . . 15
weergeefsnelheid 18
weergeefversterker 15
wire recorder 12
wiskop 15, 25
wisproces 32
woofers 53
wow en flutter 46

Z

zwakke weergave 62

KLUWERREEKS

- Dit is een reeks boeken met onderwerpen op elk technisch gebied.
- Behandelt onderwerpen over radiotechniek, geluidstechniek, beeld- en ontvangstsystemen bij radio en TV, [illegible], [illegible], enz.
- Bestemd voor elke technicus, studerend of praktisch werkzaam.
- Vele tips voor de amateur en de geïnteresseerde leek.
- Zowel [illegible] als [illegible] van wel gevorderde boeken worden in deze serie gepubliceerd.
- Rijk aan illustraties en foto's.

In deze reeks zijn reeds verschenen:

K. 1 G. Slot, GELUIDSKWALITEIT

Waarmee een geluidsinstallatie staat of valt — [illegible] [illegible] en [illegible] van het oor.
170 pagina's, 41 figuren, en 10 tabellen.

K. 2 C. G. Wijers, GELUID OP BAND

Een volledig handboek voor de magnetische opname en zijn mogelijkheden.
142 pagina's, 33 figuren en 26 pagina's foto's op kunstdrukpapier.

K. 3 Ir. J. W. Rijnders, ANTENNES

Ontvangantennes voor TV en FM.
130 pagina's en 90 figuren.

GELUID OP BAND

een volledig handboek over de magnetische recording en zijn vele mogelijkheden

Het boek „Geluid op Band" is geschreven in eenvoudige, heldere taal. Reeds de inhoudsopgave toont aan dat het bovendien overzichtelijk is opgezet, met het doel de lezer op systematische wijze compleet over de theorie en praktijk van het zelf opnemen van geluid te informeren.

De auteur die beschikt over zowel technische als artistieke ervaring op het terrein der geluidsapparatuur, is er in geslaagd om in een kort bestek zeer veel feitenkennis bijeen te brengen. Dit blijkt o.a. uit de speciale hoofdstukken over Akoestiek en Stereofonie, beide tot dusverre „Terra Incognita" voor de leek, maar hier op een begrijpelijke manier behandeld.
Voorts profiteert de lezer van de studio-ervaring van de auteur, diens werkzaamheid als jurylid bij internationale geluidswedstrijden en zijn uitgebreide kennis over de toepassingen van magnetische recorders. De tabellen over opnamefouten, storingen, eigenschappen van recorders en de steekwoordenlijsten, waarin vele honderden toepassings-ideeën zijn verzameld, zijn wellicht de meest complete die ooit zijn gepubliceerd.

Deze druk bevat een hoofdstuk over cassette recorders, waarin principes en voordelen van dit opzienbarende nieuwe medium voor „geluid op band" duidelijk worden verklaard.

„Geluid op band" is vooral een praktisch boek, over een elektronisch medium dat bij het publiek in het brandpunt van de belangstelling staat. De theorie is echter niet vergeten, zodat ook de geluidstechnicus en „de man die er meer van wil weten" na het lezen van dit boek weet waar de technische voetangels en klemmen liggen.